



Presented to the
LIBRARY *of the*
UNIVERSITY OF TORONTO
by
Professor
Ralph G. Stanton





RECREAÇÃO
FILOSOFICA
OU
DIALOGO

Sobre a Filosofia Natural, para instrucção de pessoas curiosas, que não frequentarão as aulas.

PELO

P. THEODORO D'ALMEIDA

da Congregação do Oratorio de S. Filippe Neri e da Academia das Sciencias de Lisboa, Socio da Real Sociedade de Londres, e da de Biscaia.

Quinta impressão muito mais correcta que as precedentes.

T O M O VI.

Trata dos Ceos e do Mundo.

L I S B O A,
NA REGIA OFFICINA TYPOGRAFICA.

ANNO M. DCC. XCV.

Com Licença.



INDEX

DAS MATERIAS, QUE SE
tratão neste Tomo VI.

T A R D E XXIX.

Dos Ceos e Astros em commum.

- §. I. **D**A côr e figura dos Ceos Pag. 1.
§. II. **D**a Natureza dos Ceos 15.
§. III. Dos Vortices ou Turbilhões de Des-
Cartes 22.
§. IV. Do Vacuo Newtoniano no espaço dos
Ceos 27.
§. V. Da Opacidade dos Planetas, e suas
Phases, particularmente das da Lua 41.
§. VI. Dos Planetas Primarios e Secunda-
rios, e dos Cometas e Estrellas em com-
mum 49.
§. VII. Do Influxo dos Astros nos corpos ter-
restres 60.

T A R D E XXX.

Do Sol e da Lua em particular.

- §. I. **D**O Sol e da sua natureza, figura,
grandeza, pezo, densidade,
manchas e atmosfera 71.
§. II. Dos movimentos do Sol, e da sua dif-
tancia a respeito da Terra 86.
§. III.

§. III.	<i>Dos Eclipses do Sol</i>	90.
§. IV.	<i>Da Lua, sua grandeza, pezo, densidade, e dos seus montes, atmosfera e habitantes</i>	99.
§. V.	<i>Dos movimentos da Lua, e sua distancia</i>	111.
§. VI.	<i>Dos Eclipses da Lua</i>	116.

T A R D E XXXI.

Dos mais Planetas em particular, Cometas e Estrellas.

§. I.	<i>DE Mercurio e Venus</i>	129.
§. II.	<i>Da Terra e Marte</i>	146.
§. III.	<i>De Júpiter e seus Satelites</i>	153.
§. IV.	<i>De Saturno e seu Anel e Satelites</i>	162.
§. V.	<i>Dos Cometas e suas orbitas</i>	169.
§. VI.	<i>Da figura dos Cometas, e effeitos que podem causar</i>	183.
§. VII.	<i>Das Estrellas fixas</i>	194.

T A R D E XXXII.

Dos Movimentos dos Astros comparados entre si.

§. I.	<i>DOs circulos da Esfera</i>	212.
§. II.	<i>Do systema Ptolomaico e Ticonico</i>	217.
§. III.	<i>Do systema Copernicano</i>	222.
§. IV.		

- §. IV. *Ponderão-se os argumentos da Escri-
ra contra o systema Copernicano* 235.
- §. V. *Dos argumentos fysicos contra o syste-
ma Copernicano* 241.
- §. VI. *Das razões fysicas que favorecem os
Copernicanos* 252.
- §. VII. *Dos Astros Retrogrados , e Estacio-
narios* 265.

T A R D E XXXIII.

Da causa fysica do movimento dos
Astros , e das Leis que peren-
nemente observão.

- §. I. ***D**O systema Newtoniano em com-
mum* 273.
- §. II. *Provas da Gravidade geral e mutua de
todos os corpos* 281.
- §. III. *Do movimento dos Astros em Eli-
ses* 296.
- §. IV. *Das Leis , que inviolavelmente ob-
servão todos os Astros nos seus movimen-
tos* 305.
- §. V. *Do methodo para conhecer o Pezo dos
Planetas* 314.

T A R D E XXXIV.

Dos effeitos que nascem da figura e
situação do Globo da Terra a
respeito dos Astros.

- §. I. ***D**A figura e divisão do Globo da
Terra , e da longitude , e la-
titude das Cidades , e tambem das Estrel-
las* 330.
- §. II. *Das horas , dia , e Anno : Verão e
Inverno* 347.
- §. III. *De alguns Paradoxos admiraveis ácer-
ca dos dias e horas* 357.
- §. IV. *Explica-se o dia , Anno , e suas Es-
tações no systema Copernicano* 364.
- §. V. *Do Anno grande feito pelo movimento
periodico das Estrellas no systema Coper-
nicano* 367.
- §. VI. *Da causa das Marés* 373.
- §. VII. *Das circumstancias particulares que
se observão nas Marés* 387.

T A R D E XXXV.

Do Globo da Terra considerado em si
mesmo , e da sua Atmosfera.

- §. I. ***D**A Terra firme e seus montes , e
das conchas do mar que nelles se
achão* 394.
- §. II.

- §. II. *Da origem das Fontes e dos Rios* 413.
 §. III. *Dos Terremotos , suas causas , e effeitos : onde se trata da elasticidade dos vapores* 430.
 §. IV. *Dos Vapores , e Nuvens* 446.
 §. V. *Das Chuvas , Ventos , Relampagos , Trovões , e Raios* 451.
 §. VI. *Do Arco Iris , e da Aurora Boreal* 464.



Comp. f.

RECREAÇÃO FILOSOFICA

REPARTIDA POR VARIAS TARDES.

TARDE XXIX.

Dos Ceos, e dos Astros em commum.

§. I.

Da côr, e figura do Céo.

Silv. **A** Migo Eugenio, aqui me tens des depois de bem poucos dias de demora. Saudades vossas, e da bella conversação em que nos entretivemos, me fizeram desembaraçar com presteza.

Tom. VI.

A

Eug.

Eug. Igualmente obrigado vos fico pelo gosto da vossa companhia, e pelo interesse que della me resulta na continuação da nossa recreação literaria.

Theod. Não vos esperava tão cedo; mas a bom tempo vistes, porque temos á manhã hum eclipse da Lua, que eu, e mais Eugenio faziamos tenção de observar; e sentiamos a vossa ausencia.

Silv. Pois que? Já vós o tendes feito Astronomo nestes poucos dias que passarão depois que me retirei!

Theod. Não. Posto que as noites bellas, e serenas, que nos convidavão a largos passeios pelas praias até depois da meia noite, nos obrigavão a fallar muitas vezes dos Ceos, e dos seus Astros; com tudo por attenção a vós, não fallámos em cousa alguma methodicamente; só admiravamos a encantadora formosura do Palacio do Omnipotente visto pela parte de fóra. Eu via muitas vezes Eugenio quasi transportado, quando já com espirito de Filosofo hia reflectindo, e ponderando cada cousa separadamente.

Eug. Na verdade que não há cousa, que assim me arrebate a alma, e recree suavemente a vista, como huma noite alegre e serena. Causa-me huma especie de encanto ver aquella vastissima abobada azul, cravada por toda a parte de formosissimos diamantes; ver, que sem ordem, mas com huma graça inimitavel, estão semeados, ora mais
jun-

juntos, ora mais espalhados; ver que huns mais pequenos e fumidos deixão brilhar os outros, que maiores e mais vivos estão scintillando. N'alguns he a luz clara e serena, que lá quer imitar a da Lua; n'outros hum tremor e contínuo desfazçoego desafia mais a nossa attenção, quando a vista mais se firma para observar a sua formosura. Já quando a Lua cheia vai sabindo do Horizonte, toda vermelha, affogueada e de humma grandeza estranha, que parece hum Sol ardendo, não se póde negar que he formosissima! Levanta-se, e como que temos hum novo e mais favoravel dia, sem nos vermos obrigados a fugir do seu calor, como nos obriga o Sol. O que mais agrada aos nossos olhos, e mais recrea o juizo, he ver o reflexo da sua luz nas aguas do Téjo. Fica hum rio de líquida prata, que brilha e resplandece como a mesma Lua; e cá pela praia, onde não he tão grande o reflexo, certas ondas dão humma dispersa luz como estrellas perdidas, que assás imitão as que resplandecem no Ceo. Confesso-vos, Silvio, que horas, e horas me demorava sentado nas janellas alta noite: humas vezes olhando para o mar, ouvindo bater as ondas na mansa arêa, e vendo andar saltando pela superficie da agua os prateados peixes, que festejavão ao seu modo a presença da Lua; outras vezes olhava para o Ceo reparando ora n'uma, ora n'outra estrellas, sumindo-se humas no mar, e apparecendo a

cada passo outras novas no opposto Hòrizonte ; compensando-me estas a pena que ás vezes me deixavão as outras , que se escondião de mim. Rematava muitas vezes , dizendo cá comigo : Se a terra , que he a casa que Deos fez para os homens , ás vezes está coalhada de lindas flores , e apparecem os campos tão formosos , que muito he que seja bella e admiravel a casa que Deos fez para si ?

Silv. E que será vista por dentro ! quando tão bella e magestosa he vista por fóra.

Theod. E que direis vós se á formosura que podem perceber os olhos , se ajuntasse a que só o entendimento póde alcançar ? Se visseis o Ceo não só com os olhos de qualquer homem , mas com olhos de Astronomo ?

Eug. Certamente que seria muito maior a minha admiração ; porém isso fica reservado para depois de vos ouvir a vós nesta materia , como o tendes feito nas outras.

Theod. Ora já que á manhã temos observações , vamos hoje fallando nestas materias ; e primeiramente tirando alguns prejuizos , ou preoccupações erradas , que desde a infancia se nos insinuão no entendimento , das quaes agora fui percebendo que tinheis algumas , quando estivestes discorrendo dos Ceos , e dos Altros. Primeiramente julgaes que o Ceo he huma formosissima abóbada azul , e tal não he : que dizeis vós , Silvio ?

Silv.

Sily. Eu não lhe chamarei abobada , mas globo. Já lá vai desterrada a opinião vulgar dos póvos antigos , que imaginavão que a terra era chata , e que sobre ella sentava huma abobada em redondo , que era o Ceo ; tanto assim que houve Monges tão seriamente persuadidos deste erro , que tomárão os seus bordões , e começarão a peregrinação , que esperavão rematar onde o Ceo abaixasse tanto , que tocasse na terra , e se juntasse com ella.

Eug. Governavão-se meramente pelos olhos , e não discorrião , que sumindo-se o Sol todos os dias no Horizonte , e apparecendo da outra parte na manhã seguinte , era manifesto indicio que rodeava a Terra ; e não podia ser o Ceo huma abobada firmada sobre a terra , assim como nos relógios de algibeira se firma o vidro sobre o espelho ou mostrador. Eu não digo que he abobada nesse sentido , senão hum globo azul , que á roda do globo da Terra se revolve todos os dias.

Theod. Ahi mesmo está o engano ; porque o Ceo não he globo , nem he azul. Silvio admira-se : ora vamos discorrendo. Primeiramente se o Ceo fosse azul , toda a luz que nós vissemos a través delle nos pareceria azul : e assim como vendo o Sol por hum vidro vermelho , o vemos avermelhado ; tambem vendo-o a través do Ceo da Lua , que fica muito mais abaixo , se este Ceo fosse azul , o veríamos azulado ; como tambem

bem os demais astros , que ficão assim do Sol. Se differem que só o ultimo Ceo , onde imaginão engastadas as estrellas fixas , he azul , tomára que me dissessem como se pôde ver essa côr tão viva em semelhante distancia ? quando nós sabemos que innumeraveis estrellas , as quaes verdadeiramente são como huns sóes , por estarem tão distantes , absolutamente se não percebem se não com grandes Telescopios. Se vós na banda-d'além não pudesseis perceber hum grande fogueira , por já estar mui distante , como haviéis de perceber distinctamente hum cobertor azul , de sorte que não entrásseis em dúvida que era azul ? As ferras de Cintra , e d'Arrabida , muitas vezes estão todas revestidas de verde ; e com tudo quando se vem de grandissima distancia não se lhes percebe côr distincta , nem viva , mas só hum côr parda e escura. Eugenio , haveis de saber , que este espaço dos Ceos a respeito da nossa vista , he immenso , e não tem proporção alguma ; de sorte , que se não fosse a luz do Sol , e dos mais astros , que sempre o allumião , para nós seria totalmente negro esse espaço , assim como o he hum casa ás escuras : como porém sempre este espaço está allumiado com a luz dos astros , que ou girão sobre a nossa cabeça , ou andão por baixo do Horizonte , e por outra parte a luz de si he branca ; derrama-se esta luz fraca sobre o chão negro , e fica hum azul celest-

leste ; assim como os Pintores quando misturão tinta branca com a preta lhes fica humma côr cinzenta. D'aqui procede , que de noite quando o espaço mais vizinho aos nossos olhos está com humma luz mais fraca , qual he a das estrellas , parece a côr do Ceo azul escuro , e inclinando para azul ferrete ; porém á proporção que pela madrugada se vem allumiando o ar com maior porção de luz , fica o azul mais claro.

Eug. E porque razão he o azul do Ceo de inverno mais vivo , que de verão , quando os dias de inverno são claros , e os de verão calmosos ?

Theod. De inverno , quando temos hum dia claro , tem o Ceo humma côr muito linda , e mais viva que nos dias de grande calma ; porque a calma faz levantar muitos vapores grossos da terra , os quaes não deixando o ar puro , tem os raios da luz mais particulas , em que possão reflectir para os nossos olhos , e fica o Ceo mais claro ; porém depois de largas chuvas , tem o ar mui poucos vapores : porque de huns se formou a chuva que cahio , e outros trouxe consigo a chuva para baixo , encontrando-os no caminho. Por quanto humma pinga de agua cahindo , traz consigo os vapores , que estavão no espaço por onde passou , assim como leva consigo o pó , que encontra , quando corre por cima de hum bofete que tinha poeira. E deste modo como o ar tem poucos vapores , reflecte me-

8 *Recreação Filosófica*

menos a luz, e apparece mais o chão preto dos espaços immensos, que chamamos Ceos.

Silv. Pois duvidais que haja Ceo? Isso he de Fé.

Theod. Accommodai-vos, Silvio: ninguém duvida que haja Ceo; o que digo he, que esse espaço immenso, que se estende para toda a parte que olhamos, he que nós chamamos Ceos. Vós haveis de dizer, que o Ceo he hum corpo solido, e como crystalino: logo fallaremos nisso. Mas indo agora a concluir o que eu dizia: já vedes, Eugenio, como o Ceo, sem ser azul, pôde parecer azul; porque a luz, que dá nas particulas do ar, e vapores que ficão defronte dos olhos, parte passa adiante, e parte reflecte para os olhos; e só esta, que reflecte para nós, he que pôde ser sensível; e percebe-se porque assenta sobre hum fundo escurissimo, do qual não vem luz nenhuma: por quanto só dos astros he que vem a luz; e do espaço que medeia entre nós e as estrellas, nenhuma luz pôde vir. He logo o Ceo, quanto he de si, invisível, e por isso não tem cor nenhuma; ou a ter alguma, havia de ser negra: assim como se n'uma parede branca está hum buraco, ou janella aberta, visto de longe esse espaço parece negro, porque não se vê nada que corresponda a este lugar.

Silv. Ahi tendes vós, que o vosso discurso he falso manifestamente: conforme a elle ha-

havia de apparecer azul esse espaço da janella, e vós vedes que he negro: logo nós deviamos de ver o Ceo negro, não obstante a luz que banha o ar intermedio, se elle de si não tivesse côr alguma.

Theod. Argumentais mui bem; porém a razão de não nos parecer azul o vão da janella, e parecer azul o Ceo, vem a ser; porque á roda da janella ha corpos que reflectem luz; e esta luz forte, que reflecte de toda a parte, deixa totalmente imperceptivel o reflexo, que nas poucas particulas do ar intermedio pôde fazer a luz, que por elle se derrama: o que não succede olhando para o Ceo; porque além de ser a distancia muito grande, de sorte que no ar intermedio pôde reflectir luz que seja sensivel aos olhos, não está este espaço invisivel cercado de luz forte; antes no meio de espaços immensos invisiveis apparecem espalhadas as estrellas, que sempre o illuminão com a sua pouca luz.

Eug. Já advirto na differença. Como a luz, que converte o negro em azul, he a luz que se espalha pelo ar, e que d'elle reflecte para os olhos, quando a distancia he pequena, não pôde ser sensivel a reflexão feita nas particulas do ar; porém olhando para o Ceo, dessa immensidade de particulas de ar, que os raios da luz encontrão, grande parte reflectirão os raios para baixo, e nos farão visivel esse espaço: e como essa luz he clara, e mui espalhada sobre hum
fun-

fundo negro , bem percebo como faz huma côr azul.

Theod. Accrescentai agora , que se essa luz que nos vem do ar for pura , como se mistura com o fundo negro do Ceo invisível faz hum azul ; porém se por qualquer refacção for córada , dessa mesma côr apparecerá tinto o Ceo : sempre porém será mui fraca , e (como se explicão os Pintores) esfumada , porque não he luz que reflicta de hum corpo continuado e opaco , mas que vem mui espalhada , deixando pelo meio muitos vãos. Eis-aqui tendes a razão de huma observação , que eu tenho feito ; e algumas pessoas a quem a tenho communicado me certificação que não he illusão dos meus olhos. Nos dias claros , estando o Ceo limpo , depois de posto o Sol , observo no Ceo as sete cores principaes pela sua ordem. No Horizonte huma côr vermelha , que degenera logo em côr de ouro e amarella , e estas duas são mui sensiveis ; segue-se hum verde mar , que ás vezes he mui visível ; e perguntando-o a muitas pessoas , não só intelligentes , mas tambem ignorantes , que como taes se fião mais que as outras nos seus olhos , confessão que he verde ; e se percebe melhor quando algum outro encobre as cores vermelha e amarella mais fortes , e proximas ao Horizonte. Pelo restante do Ceo está o azul , e para a parte do Nascente ás vezes se vê mui claramente hum gredelcim e roxo bem agradaveis.

Po-

Porém quanto mais fracas são as cores , mais difficultosamente se pôde perceber a sua reflexão nas particulas do ar. Chegemos á janella que são horas opportunas , e verei se percebeis estas cores. Os Pintores que sabem quantas entrão na composição das cores mistas , e sabem distinguir com os olhos nas pinturas as cores simples que ahi mettêrão , e que o vulgo confunde , estes tambem percebem mais facilmente do que os outros estas cores no Ceo.

Silv. Eu sem ser Pintor , mui bem vejo no Horizonte humas bellas faxas , vermelha , e côr de ouro , e me parece que distingo outra faxa verde muito mais larga.

Eug. Por cima daquelle monte , a primeira côr que se vê no Ceo , he esverdeada ; e agora reparo eu que corre horizontalmente essa mesma côr , sendo cada vez mais fraca.

Theod. Pois ahi tendes o que eu digo. Voltemos agora á varanda que descobre o Nascente a ver se percebeis o roxo

Eug. Percebo , e bem se conhece que a côr do Ceo ahi não he azul meramente , mas tirando para roxo ; porém o gredeleim não o percebo.

Theod. Nem eu ; porém essa côr como tem muita semelhança com a roxa , assim como a côr de ouro com a amarella , confunde-se ; e digo eu que a haverá levado da conjectura , supposto verem-se todas as outras seis cores primitivas.

Silv.

Silv. E que razão dais vós destas diversas cores?

Theod. A terra he hum globo, e rodeado de ar até certa altura por toda a parte; e por isso também faz toda esta máquina de terra e ar em redondo huma certa fôrma de globo; e como o ar he hum líquido diaphano, faz á luz o mesmo effeito que huma bóla de vidro cheia de agua; a qual, como já vos expliquei, quebra a luz que nella entra obliquamente. Portanto, depois que o Sol se escondeo, os raios que entrão na região do ar, a que chamão *atmosfera*, começão a quebrar para baixo, isto he, para dentro do globo; e quebrando a luz, já fa-
beis que se hão de separar as cores que a compõem; pois como vos expliquei (1), fallando das cores; a côr verde quebra mais que a amarella, e esta mais que a vermelha. Isto supposto, para me virem do Horizonte da parte do Poente varios raios de luz córada ou separada, he preciso que me venha com mui pouca refracção, e quasi direito aos olhos aquelle raio vermelho, que compõe a luz, que entra bem pelo Horizonte; e que venha o raio amarello da luz que entra mais por cima: porque como ha de quebrar mais que o vermelho, póde vir mais de cima. O raio verde que compõe a luz, he o que vem mais por cima, compensando-se com a maior refracção do raio verde a sua maior altura. Eu

vos

(1) Tom. II. Tarde VI. §. III.

vos faço aquí hum desenho com o lapis (*Estamp. 1. fig. 1.*) ; porém para evitar a *Est. 1. fig. 1.* confusão, fallo só do vermelho , e amarello , por quanto o que differ destes dous, digo de todos por sua ordem. Supponhamos que do lugar onde está a letra S vem dous raios do Sol , quasi horizontaes ; o inferior *a a* tanto que entra no globo da região do ar (cuja porção aqui descrevo com pontinhos *i e a o*) como entra obliquamente , deve quebrar ; e como o raio vermelho , que nesse raio da luz se encerra , quebra menos que o amarello , vem para *u* , e o amarello para *m* : da mesma fôrma o raio de luz superior *e e* , tanto que chega ao ar quebra , e separão-se os raios que o compõem ; o vermelho quebra menos , e vai para *f* , e o amarello quebra mais , e vem para *u*. Aquí vedes que o homem que recebe o raio amarello de cima , verá essa parte do Ceo como amarella ; e recebendo o raio de luz vermelho que vem mais debaixo , julgará vermelha essa parte do Ceo ; e pela mesma razão julgará verde a outra mais superior ; e assim do restante. Advirto porém que esta refacção he mui torta , (deixai-me explicar assim) porque o ar cada vez he mais denso , conforme se chega mais á terra ; e assim sempre os raios vem quebrando , e fazem humas linhas mui curvas , especialmente os que são mais refrangiveis ; e por esta razão os roxos nos vem apparecer cá da parte opposta ao Occidente ; e aqui

14 *Recreação Filosófica*

aqui sempre ha sua reflexão nas particulas do ar.

Silv. Supposto o que nos dissestes n'outro tempo , tudo isso que se observa he huma consequencia necessaria da doutrina então dada.

Theod. Falta agora dar a Eugenio a razão porque o Ceo parece redondo , e como huma abobada , sendo elle hum espaço invisivel. Quando nós voltando os olhos em redondo vemos hum corpo igualmente distante de nós por toda a parte , devemos crer que faz huma como abobada , ou para dizer melhor meia esfera concava ; e que nós estamos no centro della.

Eug. Sem dúvida.

Theod. Ora como o Ceo , sendo verdadeiramente invisivel , se reveste desta côr que se fórma no ar , sendo tambem esta côr igual por toda a parte em redondo , não nos pôde representar o Ceo mais distante n'umas partes do que em outras ; e assim deve representallo como meia estera concava , e que nós lhe ficamos no centro. Nem vos faça embaraço ser ás vezes o Ceo mais claro de huma parte que da outra ; porque a larga experiencia nos ensina que isso he accidental por causa da vizinhança do Sol , e que poucas horas antes ou depois fica igual na côr ; e então he que nos confirmamos que elle he redondo , como a vulgar observação nos persuade.

Silv. Não he só vulgar observação. Muitos
bons

bons Astronomos dizem que o Ceo são humas esferas solidas , e crySTALLINAS , humas menores dentro de outras maiores. Sempre assim mo ensinárão meus Meſttes , e citavão Astronomos da primeira classe.

§. II.

Da Natureza dos Ceos.

Theod. **A** Gora discutiremos esse ponto : eu confesso que muitos Astronomos assim o differão ; porém já hoje ninguem tal diz ; porque sempre cede á razão e experiencia toda a humana authoridade. Os Ceos , Eugenio , não são solidos e crySTALLINOS , como dizião antigamente muitos Astronomos. A razão que os fez voltar desta opinião , he porque observárão que os Astros se movião pelo Ceo , e se hoje estavão em hum lugar , á manhã estavão em outro : eu fallo dos Planetas. Para o que haveis de saber , que dos corpos Celestes fazem os Astronomos duas classes : huma he a das Estrellas fixas , outra a das errantes ou Planetas ; as Estrellas fixas chamão-se assim , porque não mudão sensivelmente o lugar do Ceo em que apparecem ; as errantes , ou os Planetas , mudão do lugar. Olhai para o Ceo : vedes aquella brilhante Estrella que está levantada do Horizonte para a parte do Poente ?

Eug.

Eug. Vejo , e he formosissima : creio que vós já me dissestes que se chamava Venus , que era fiel companheira do Sol : os Camponezes chamão-lhe a Estrella da tarde.

Theod. Essa he. Pois ahi tendes hum Planeta ; as demais que d'aqui se vem nessa parte do Ceo , que descobrimos pela janella , todas são fixas.

Eug. Mas eu vejo , que d'aqui a pouco já muitas dellas terão desapparecido , e todas vão correndo para o Horizonte , como Venus.

Theod. Assim he ; porém observareis que cada huma dellas quando se põe , sempre se some pela mesma parte do Horizonte. Aquella que vai junto da Torre de Belém a buscar o mar , sempre a vereis sumir no Horizonte por aquella mesma parte ; porém Venus não he assim , se hoje se mette no Horizonte por aquella parte , á manhã se esconderá mais para cá , e o outro dia ainda mais ; e tanto muda de lugar , que humas vezes vai atrás do Sol , como agora vedes ; outras porém vai adiante d'elle , para nascer pela manhã tambem antes do Sol ; por quanto esta mesma he a que chamão Estrella d'Alva ; ora isto nunca vós vereis nas Estrellas que chamão fixas.

Eug. Já percebo a differença : continuai.

Theod. Se os Ceos fossem solidos , e os Astros estivessem nelles engastados , como os diamantes nas joias , não poderiam mudar de lugar , nem mover-se. E nós sabemos de
cer-

certo que todos os Planetas , e Estrellas se movem pelo Ceo : isto he , além do movimento commum a todos os Astros do Oriente para o Poente , cada hum delles vai andando lá pelo Ceo , mudando de lugar ; de sorte que dentro de determinado tempo terão dado huma volta inteira.

Silv. Como quando Deos formou os Astros , e os Ceos , já lhes tinha regulado esse movimento , que difficuldade ha em dizer que estão abertos huns como canaes e caminhos , pelos quaes se vão movendo ; e como os Ceos são crystallinos , deixão ver os Planetas , que lá por dentro se movem ?

Theod. Muitos se quizerão livrar desta difficuldade por esse caminho , porém não pôde ser ; porque o movimento dos Planetas he mui irregular , ainda que sempre guarda determinadas leis ; porém como se varião as circumstancias , tambem para obedecerem a certas leis inviolaveis , varião o movimento : humas vezes descem mais , outras sobem. Marte , que he hum Planeta , humas vezes está mais perto de nós do que o Sol , outras anda muito mais alto ; e assim , se o Sol tem seu proprio Ceo solido , e seu canal por onde se move , Marte não o poderá atravessar e passar para baixo , nem d'ahi voltar para cima.

Silv. Tambem no Ceo do Sol haverá passagem para Marte além da que ha propria para o Sol.

Theod. Não pôde ser ; porque Marte quan-

do atravessa o Ceo do Sol , não he sempre no mesmo lugar : antes talvez que depois que o mundo he mundo , nunca o atravessasse segunda vez por onde passou a primeira ; só se este Ceo estivesse todo esburacado , lhe poderia dar prompta passagem ; e sempre se arriscava a topar alguma vez nas partes solidas : que seria galante fracasso. Demais que os Cometas (que são outro genero de Planetas , como vos direi em seu lugar) ainda que tem o seu movimento regular e periodico , a respeito dos mais astros he mui irregular. Muitos vem de huma altura incomparavelmente maior que a do mais alto Planeta , e atravessão todos os Ceos , e vem passar abaixo do Sol ; e como poderião vir , e tornar-se a ir , e depois a certos tempos voltar , sendo os Ceos solidos , por mais esburacados que estivessem ? Além de que , a luz dos Planetas superiores passando através desses Ceos esburacados , padeceria mil refrações , e mostraria suas cores , o que he falso.

Eug. Não concorda com a Sabedoria de Deos obra tão rota , como me parece que serião esses Ceos com tantos buracos.

Silv. Esta opinião que defendo he fundada na Escritura , que chama *Firmamento* ao Ceo ; e o mesmo nome *Firmamento* denota natureza firme e constante : e demais que esta he a opinião dos Santos Padres ; e assim he preciso para que o Firmamento separe as aguas , que estão lá em cima das
aguas

aguas cá debaixo , conforme o que diz a Escriitura.

Theod. Não duvido que a palavra *Firmamento* pareça denotar cousa firme ; porém não só a razão , mas tambem a authoridade nos persuadem , que não usa della a Escriitura Santa nesse sentido. O Douto Natal Alexandre (1) adverte bem que a palavra Hebreá , que na Vulgata se traduz *Firmamento* , significa na opinião de Varões peritos *extensão* ; e que bellamente se diz dos Ceos fluidos. Além de que , o insigne Petavio quer que , conforme ao sentido da Divina Escriitura , o mesmo que se diz *Ceo* e *Firmamento* seja toda esta região do ar , e as superiores ; porque só assim se pôde dar sentido verdadeiro a algumas frases da Escriitura : como quando diz *as aves do Ceo* , sendo certissimo que os passaros não passão desta região do ar : tambem se diz que Deos *cobre o Ceo com as nuvens* , e estas não passão da região do ar : que o *Ceo está triste ou rubicundo* , e isto não se pôde dizer senão da atmosfera da Terra , ou da região do ar : e assim Moysés escrevendo a historia da creação do mundo , chama Ceo a todo este espaço , usando das palavras no sentido commum e plebeo (2). Ora S. Jeronymo favorece esta opinião (3). E

B ii

San-

(1) Hist. Eccl. Tom. I. Dissert. 1. a. 3. ad prop. 1.

(2) Lib. 1. de Opif. sex. diu. cap. 1. n. 7.

(3) Ep. 83.

Santo Agostinho (1) refere huma opinião , a qual diz que esta região do ar , que medea entre as aguas formadas em nuvens , e as aguas do mar e das fontes que estão na face da Terra , he o Ceo ou Firmamento que a Escriitura diz que separa as aguas de aguas ; e depois de a referir , confessa que he dignissima de louvor , que não tem nada contra a Fé , e que se póde seguir. Esta he a opinião que eu sigo , e que se conforma com a boa Filosofia. Se lá em cima estivessem aguas , em estado de gravidade semelhante á do mar , preciso era Ceo solido para as sustentar ; porém as aguas superiores , que Deos separou destas inferiores , são da mesma natureza , mas n'outro estado ; e vem a ser as nuvens que nadão nesta região do ar , á qual se chama Ceo , segundo o sentido das frases da Escriitura. Não nego que muitos Santos Padres seguirão a opinião dos Ceos solidos ; porém outros são da opinião dos Ceos fluidos , como S. Basilio , S. Gregorio Nisseno , Santo Anselmo , o Veneravel Beda , Ruperto , Procopio , &c. cujas palavras expressas achareis juntas no Fortunato de Brinxia (2).

Sily. Não me posso accommodar com isso ; porque eu leio no livro de Job , se me não engano (pois eu não vinha preparado para isto) que os Ceos são solidissimos , como se fosse-

(1) Lib. 2. sup. Genes. n. 7. aliás cap. 4.

(2) Tom. III. n. 32. 48.

fossem fundidos de bronze (1). Vede se pôde haver expressão mais forte.

Theod. E quem disse isso? A quem se attribuem essas palavras na historia de Job?

Silv. Não me lembro; porém são palavras santas todas inspiradas pelo Espírito Santo.

Theod. E também são inspiradas pelo Espírito Santo aquellas palavras do Psalmo *Non est Deus?* Não ha Deos?

Silv. Essas não; porque se põem na bocca dos ímpios, e diz o Psalmo que o ímpio dissera no seu coração: *Não ha Deos.*

Theod. Pois também quem disse que os Ceos são solidísimos, como fundidos de bronze, foi Eliu, hum dos amigos de Job, que não consta que fosse nem grande Astronomo, nem inspirado por Deos: Nem sahio dessa conferencia de Job com grandes informações; pois a Job perguntou Deos: Quem he este, que está dizendo desacetos (2)? Portanto, Eugenio, hoje a opinião communissima entre todos os Astrónomos he, que os Ceos são fluidos. A difficuldade só he se estão totalmente cheios de materia, que não deixe alguns vacuos, ou totalmente vazios. Mas digei-me se estais persuadido de que são fluidos, antes que passemos adiante.

§. III.

(1) *Qui solidissimi quasi ære fusi sunt.* Job 37. 18.

(2) *Quis est iste involvens sententias sermonibus imperitiis?* Job 38. 2.

§. III.

Dos Vortices, ou Turbilhões de Des-Cartes.

Eug. **J**A' vos disse que tenho percebido estas razões, e que me convencem: profegui.

Theod. Des-Cartes, aquelle grande e incomparavel homem no seu Seculo, que com a belleza de suas idéas quasi arrastrou em seu seguimento meio mundo literario; porque os tempos o não ajudáráo, nem teve a abundancia de Instrumentos, e multiplicidade de observações que depois se fizeram, não pode dar-lhes a firmeza e estabilidade precisa para se conservarem na mesma estimação. Tem descahido consideravelmente; mas como nós não guardamos respeito a ninguém, mais que á Verdade, onde quer que apparece, se a chegamos a conhecer, a abraçamos, voltando as costas a tudo o mais. Este grande Filosofo julgava que os espaços do Ceo estavam cheios de huma materia subtilissima, a qual em hum perpetuo *Vortice*, ou Redemoinho, ou *Turbilhão* (que tudo isto quer dizer o mesmo) se movia desde a formação do mundo. Punha que o Sol era o centro do nosso *Vortice*; e que á roda do Sol andaváo os Planetas, entre os quaes con-

contava também a nossa Terra como hum Planeta semelhante aos outros. A causa do movimento dos Planetas era o mesmo Vortice que os arrebatava comfigo ; e como quanto mais a materia distava do Sol , maior era o seu giro , forçosamente havia de gastar mais tempo em dar huma volta ; e esta era a razão , por que os Planetas quanto mais distavão do Sol , tanto mais tempo gastavão em dar huma volta á roda delle. Mercurio que he o primeiro , gasta quasi tres mezes ; Venus que he o segundo , oito mezes ; a Terra que he o terceiro Planeta no seu systema , gasta doze mezes , ou hum anno em dar huma volta á roda do Sol. Marte que he o quarto Planeta , gasta perto de dous annos ; Jupiter que he o quinto , gasta perto de doze annos ; e Saturno que he o ultimo , não dá a sua volta senão em quasi trinta annos. Este systema hoje he desamparado dos melhores , e eis-aqui o fundamento. Já hoje está assentado como cousa certa , que os Cometas são huns Planetas como os outros , creados desde o principio do mundo , e que ora apparecem , ora desapparecem , porque humas vezes ficão mais pertos de nós , e podemos vellos , outras ficão tão longe que nos fogem da vista ; e esta he a differença que tem dos demais Planetas , os quaes nunca se afastão tanto de nós que nos escapem da vista. Isto supposto : se no espaço dos Ceos tudo está cheio (conforme o systema de Des-Cartes)

Cartes) também os Cometas em qualquer parte da sua carreira hão de nadar em algum fluido ; e esta corrente que os arrebatava e traz consigo , deve ter a mesma direcção que trazem os Cometas. Ora sendo isto assim , quando os Cometas atravessarem as orbitas dos Planetas (*Orbita*, Eugenio , quer dizer , a linha que o Planeta fórma quando dá hum giro inteiro) alguma grande desordem ha de succeder nos Ceos ; porque os Cometas lá de hum altura muito maior que a de Saturno , vem algumas vezes quasi direitos ao Sol ; e sendo cada humas destas torrentes de materia em si densissima , encontrando-se torrente com torrente , se perturbarão ; ou pelo menos a torrente ou Vortice que traz o Cometa encontrando o Planeta lhe faria mudar o caminho , ou pelo contrario seria obrigado o Cometa a mudar o caminho quando entrasse no Vortice de Jupiter , como no de outro qualquer Planeta. Ponhamos exemplo : Nós vemos que hum barco quando vai levado pela corrente , se acontece que de ilharga passa pelo desembocadouro de algum rio , ha de ter mudança na sua direcção. O mesmo digo dos Astros levados pelas torrentes de materia fluida que admite Descartes.

Eug. Forçosamente ; porque com a mesma razão com que o Vortice de Jupiter v. g. arrebatava a Jupiter , arrebatará qualquer Co-
me.

meta que ahi se achar , se elles são como dizeis da mesma natureza.

Theod. Por esta razão se desampara este systema , posto que engenhoso. Isto que tenho dito pertence ao nosso Vortice ou Turbilhão , cujo centro he o Sol ; porém cada hum das Estrellas no systema de Des-Cartes se pôde reputar por outro Sol , que seja centro de seu differente Vortice , e á roda dellas andarão tambem alguns Planetas , como andão cá no nosso Vortice á roda do Sol.

Eug. E porque se não havião de ver esses Planetas , no caso que os houvesse , e andassem á roda das Estrellas ?

Theod. Bastava a distancia para se não verem. Percebeis vós a differença que vai na grandeza , e na luz do nosso Sol aos nossos Planetas ?

Eug. E como posso deixar de percebella , sendo tão sensível ?

Theod. E não vos admirais de que se perceba cá da Terra o Sol , por modo mui diverso do que os seus Planetas que o rodeão ? Assim deve succeder aos outros Sóes com os seus Planetas. A distancia em que estão de nós he tão grande , que sendo huns corpos luminosos , e immensos , talvez maiores que o nosso Sol , de cá parecem tão pequeninos : e como quereis vós ver os Planetas que as rodeão , devendo ser tanto mais pequenos do que as Estrellas , quanto os nossos Planetas são menores que o Sol ?

Eug.

Eug. Ao menos com grandes oculos não poderiam ver-se?

Theod. Os maiores Telescopios, com que se conhecem mui bem as nodoas e manchas de Jupiter, as sombras de Saturno, &c. quando se voltão para as Estrellas, nada augmentão da sua apparente grandeza; só apparecem como huns pontinhos de luz mui brilhantes: em seu lugar vos darei a razão disto.

Eug. E que me dizeis vós sobre esses Planetas? Havemos de dizer que os ha, ou não?

Theod. Não pôde haver fundamento para dizer que sim, nem para se dizer que não: como lá não chegão Telescopios, tudo quanto se diz, he a adivinhar. Deixando pois esse ponto, e considerando (como na realidade assim he) que cada Estrella he como hum Sol, e que só pela distancia immensa em que estão he que nos parecem tão pequenas; e sendo tantas as Estrellas conhecidas, e tantas mais as que não chegamos a ver sem Telescopios; sendo a distancia entre humas e outras tão grande que se percebe bem cá de tão longe, quando apenas cada humas das Estrellas se deixa perceber, vede quão grande he esse espaço dos Ceos! que grande o Poder de Deos! e que immensa essa Máquina maravilhosa que estamos admirando com os olhos! Cada vez ireis formando maior conceito da Grandeza de Deos, e do seu Poder, quanto mais fordes

des conhecendo as maravilhas que nesses Ceos , que vemos estão patentes ao entendimento , posto que escondidas em parte aos nossos olhos. Vamos agora á opinião de Newton , que he bem opposta á de Renato ; porque Des-Cartes quer que tudo esteja cheio , e Newton teima que tudo está vazio : e o caso he que este tem muita mais razão.

§. IV.

Do Vacuo Newtoniano ao espaço dos Ceos.

Silv. **P**Ois que ! temos hum Vacuo immenso desde nós até ás Estrellas ! Ora isso he tão grande impossivel como o mesmo espaço que chamais vazio , que não pôde ser maior. Mas eu para que me altero ? Discorrei como muito quizerdes.

Thèod. Vós , Silvio , como creado na escola Peripatetica , tendes hum tal horror a esta palavra *Vacuo* , ou *Vazio* , que vos affustais em a ouvindo. Não sejais tão affustado : eu não digo , que todo este espaço que vai de nós até ás Estrellas , está vazio ; mas pouco menos. Não posso dizer que está totalmente vazio , porque o vejo cheio de luz : e sei que a luz he corpo , conforme ao que já vos disse , quando tratei della e dos seus effeitos : ou seja a materia subtil de Des-Cartes , ou puro fogo , como diz Newton ,
sem-

sempre he corpo , e tem as propriedades do corpo , pois reflecte segundo todas as leis do movimento dos mais corpos. Porém esta materia he subtilissima , e rarissima ; de forte que he incrivelmente maior o espaço totalmente vazio , do que o espaço que occupa a materia. Eu por ora não attendo ao Ar , porque naturalmente se não estende senão a algumas poucas leguas sobre a superficie da terra em redondo ; e comparando esse espaço com o immenso , que vai até ás Estrellas , he como se fosse nada. Mas se differem que o ar se estende a muito maior altura , como nós sabemos quanto péza hum columna de ar inteira , conhecemos que necessariamente ha de ser tão raro por comparação ao ar que respiramos , que possa delle dizer-se o mesmo que dizemos da materia da luz.

Sily. E que fundamento ha para dizer isso?

Theod. Tão fortes , que se eu pudera , havia de dizer que todo o espaço que se estende desde a região do ar até as Estrellas , era totalmente vazio. O Grande Des-Cartes tinha pensamento totalmente opposto , porque dizia que estava totalmente cheio ; e na sua doutrina , espaço vazio era hum cousa totalmente impossivel , como o ser , e não ser.

Sily. Dizia mui bem. A eu ser Moderno , só Carteziano seria : e porque não o seguis nisso , se elle he Moderno , e hum tão grande homem como todos dizem?

Theod.

Theod. Porque eu não figo o homem por grande que elle seja , figo a razão do homem. Ora ouvi os fundamentos , pelos quaes os Filósofos de melhor nota todos desampararão a Des-Cartes. Suppondo nós hum espaço totalmente cheio de materia , sem que haja algum vazio , por minimo que seja , parece totalmente impossivel que por esse espaço se possa mover livremente algum corpo , por mais subtil e fluida que se considere a materia de que se suppõe cheio esse espaço : cada particula dessas minimas deve ter sua figura determinada ; e como se suppõe minima , isto he , que não consta de outras partes , deve crer-se que não pôde mudar de figura : pois a mudança da figura parece que suppõe diversa situação e movimento das partes de que se compõem a particula. Isto não digo eu que seja evidente , mas parece-me que se casa com a razão.

Silv. Sim : até ahi não duvido eu conceder.

Theod. Sendo logo essas particulas minimas duras e inflexiveis , pois tendo determinada figura , como concedeis , a não podem mudar , não podião consentir que algum corpo se movesse por entre ellas livremente para huma e outra parte , sem que ellas , para lhe darem lugar , deixassem ás vezes entre humas e outras seus pequenos vazios ; e como espaço vazio he impossivel na opinião de Des-Cartes , vem tambem a ser impossivel.

sível o movimento de qualquer corpo por meio desse fluido.

Silv. Tão lizas podião ser as partes minimas, e tal figura terião, que pudessem ir escorregando humas por entre as outras, impellidas pelo corpo que se movia, e vindo atrás d'elle immediatamente outras tantas particulas a occupar o espaço que havia de deixar pelas costas: do mesmo modo que succede n'uma bola, quando se move pela agua.

Theod. Isso quando muito dá lugar ao movimento recto, ou perfeitamente circular; mas se o corpo no meio da linha quizesse torcer para qualquer parte, ahi o tínhamos embaraçado. Eu vos ponho isto, Eugenio, bem perceptível. Essas particulas, por pequenas que sejam, sempre hão de ter alguma proporção com o corpo, que se move; v. g. supponhamos que são oitocentos mil milhões de milhões de vezes mais pequenas, ou supponde lá o número que quizerdes. Se nós, conservada a sua figura, e inflexibilidade, as suppuzermos augmentadas á proporção, tanto as particulas, como o corpo, de forte que cada particula tenha hum palmo de comprido, e o corpo movel grandeza correspondente; neste caso, dizei-me, poderá o corpo mover-se livremente por entre ellas, para huma ou outra parte, e por qualquer linha, sem que haja algum vão pequeno?

Eug. Não certamente.

Theod.

Theod. Quero que responda, Silvio.

Silv. Tambem me parece que não ; porém isso he mera supposição.

Theod. De vagar. Se esse corpo grande não poderia mover-se por entre essas particulas que fingimos , sem que ellas movendo-se para lhe darem franca passagem , deixassem algum vão de tres ou quatro dedos por exemplo ; tambem considerando que essas particulas , e o corpo diminuião na grandeza á proporção , até metade do que tinham , se conservassem a mesma figura e dureza , não poderiam dar passagem ao corpo sem deixarem entre si algum vão de dedo e meio , ou dous dedos. Não he assim?

Silv. Assim parece.

Theod. Ora vamos pouco a pouco diminuindo o tamanho dessas particulas e do corpo , até chegarmos ao tamanho verdadeiro que agora tem. Como a figura he a mesma , e a mesma a inflexibilidade , tambem não poderão dar passagem franca ao corpo , sem que fique aqui hum vão , acolá outro , porém muito mais pequeninos , á proporção da grandeza das particulas.

Silv. Tão pequenos serão , que absolutamente não possão considerar-se , nem devão attender-se.

Theod. Esperai : quando fallamos se huma cousa absolutamente he impossivel , importa bem pouco que seja pequena ; se me concedeis que he possivel huma Quimera de hum de-

dedo ; eu vos farei possível huma do tamanho do mesmo Sol. Além de que , se vós julgais digna de attenção qualquer minima particula para dizerdes que todo o espaço está absolutamente cheio , porque não attendereis ao vazio minimo que deixa essa mesma particula , para dizer que verdadeiramente o espaço não está todo cheio?

Silv. Pois direi que cada particula , ainda das que se considerão minimas , são flexiveis , e podem mudar de figura.

Theod. Eu quero agora disfarçar esse ponto , e não quero averiguar se isso póde ser ou não. Supponhamos que póde ser ; não podeis negar que quanto mais pequeno he hum corpo , mais duro he á proporção , e menos flexivel : essa bengala que trazeis , se a quizerdes quebrar aqui no joelho , podereis ; se depois cada huma das metades a quizerdes quebrar do mesmo modo , muito mais vos ha de custar ; e ultimamente sendo do tamanho de hum palmo , certamente não podereis quebrar no joelho essa parte que restar.

Silv. Tudo assim he.

Theod. Logo se para o corpo passar por esse fluido necessita de fazer mudar de figura as particulas minimas , para que não fique vazio algum ainda minimo , forçosamente , sendo innumeraveis as particulas que se movem , e que se hão de amassar humas com as outras ; e por outra parte sendo a rigidez e inflexibilidade de cada huma dellas á pro-

proporção da sua pequenez, segue-se que para o corpo movel dar qualquer passo havia de padecer innumeraveis, e grandissimas resistencias, pois que obrigava a que mudassem de figura as innumeraveis particulas minimas do espaço por onde passava. E como pôde isto ser verdade, se não concorda com a experiencia, tanto na Terra, como nos Ceos? Nós vemos que hum pendulo continúa o seu movimento por tempo mui longo, e que os Astros perseverão desde o principio do mundo com o seu movimento, sem que se extinga, nem sensivelmente se retarde; e isto ainda atravessando huns o caminho dos outros, como fazem os Cometas. He logo absolutamente impossivel este *cheio* de Descartes; e deve-se perder o horror ao *vacuo*, ou *vasio* de Newton. Deixai-me usar para Eugenio de huma comparação sensivel, que estes são os melhores calculos para quem não tem a instrução mathematica, que se requer para estudos fundamentaes sobre esta materia.

Sily. Até para esses servem as comparações, que dão admiravel luz a qualquer materia.

Theod. Bem facil de dividir he a arêa fina, que nos serve para seccar a escrita: ora enchei huma caixa desta arêa, e calcai-a bem, de sorte que, se puder ser, não fique vão nenhum, nem ainda minimo: tapai a caixa por cima, e mui bem pregada, para não

poder a arêa ficar fofa. Dizei-me : Poderá lá por dentro da caixa mover-se com liberdade algum corpo sensível como v. g. huma nóz?

Silv. Julgo que não : se ella está entalada !

Theod. Pois esse o caso em que estamos. Se todo este Universo está absolutamente cheio de materia , he como huma grande caixa cheia de arêa finissima , e tão calcada , que absolutamente nenhum minimo vão admittem as particulas da materia entre si.

Silv. Mas essa materia he fluida.

Theod. Ser fluida prova que se pôde dividir mais facilmente do que a arêa ; assim como a arêa por ser fluida a respeito de outros corpos grossos , se pôde separar mais facilmente que se fosse hum monte de feixos ; mas sendo todo o espaço cheio , he impossivel que não houvesse huma difficuldade summa. A razão he ; porque quando hum corpo sólido se move dentro de algum fluido , tem resistencia por varios principios : o primeiro he por haver de separar partes de partes , quebrando o tal ou qual vinculo , que tem todas as partes do fluido entre si ; mas eu supponho que no caso , em que fallamos , as partes desse fluido não tinham união alguma : se bem que , ou figamos a Newton , ou a Des-Cartes , as particulas desta materia necessariamente havião de ter mui forte união entre si ; porque Newton põe , e prova attracção entre todas as partes de materia , e maior quando se tocão , e muito
ma-

maior , quando tem entre si menos vãos , que as separem ; e assim esta materia , que não admittia vacuo nenhum , seria summamente difficultosa de dividir : e Des-Cartes affirma que os corpos não se unem entre si senão por se tocarem mutuamente ; e como as partes minimas da materia não tem algum vacuo que medee , havião de tocar-se mutua , e perfeitissimamente , e se unirão com união fortissima : mas deixemos este principio de resistencia para dividir o fluido de que fallamos. O outro principio de resistencia indispensavel he o de mover as partes que o movel lança fóra do seu lugar , e as outras que estas hão de desaccommodar , e as terceiras que hão de ser lançadas fóra pelas segundas , &c. A ultima raiz de resistencia , tambem indispensavel , he o roçado de humas particulas pelas outras , quando se movem ; porque como tem sua tal , ou qual figura , forçosamente movendo-se humas particulas por junto de outra , ha de a esquina de humas ora entrar na concavidade que fórmão duas entre si , ora passar pelo bojo de humas , ora roçar pela esquina da outra : quanto maiores são as particulas , maiores esquinas tem ou bojos , e por conseguinte maiores embaraços offerecem humas ás outras , quando passão por junto dellas , especialmente se vem tão apertadas , que não podem deixar vão entre si por pequeno que seja. Por este principio quanto mais fina for a arêa ,

mais facilmente se divide ; porque as particulas de menor tamanho tem menores esquinhas : e tambem quanto mais soa está , mais facilmente a cortamos ; porque podendo as particulas , ou grãos deixar alguns vãos entre si , podem desembaraçar-se humas das outras : e eis-aqui porque os fluidos se dividem tão facilmente , ainda a respeito da arêa ; porque as suas particulas são incomparavelmente menores que os grãos de arêa , e tambem tem innumeraveis póros entre si. Ora supponhamos hum fluido , cujas particulas sejam incomparavelmente pequenas a respeito das da agua ; mas consideremos que estão tão entaladas humas com outras , que he não só difficilissímo , mas absolutamente impossivel haver o minimo vazio entre ellas : para hum corpo se mover por esse fluido , forçosamente havia de consumir alguma força em mover as partes do fluido que bota fóra do seu lugar , e em obrigar as outras a que lhe cedessem o seu ; e ainda que da parte posterior deixava o movel campo livre , com tudo para este fluido proximo ao movel o rodear , era preciso roçar por todas as particulas da superficie do corpo , e por todas as demais partes do fluido mais distante ; mas roçando por ellas , ou as havia de mover , e essas ás outras , &c. ou as havia de deixar quietas : ora como era impossivel haver vao entre particula e particula , ao passar humas , e ficarem quietas as

ou-

outras , necessariamente as esquinas pegando humas nas outras , se havião de quebrar , e nisto se consomia força ; ou amagar para dentro , e tambem nisto se devia consumir. He logo impossivel que neste *cheio* corpo algum se mova sem incrível dispendio de forças.

Silv. Não terão as particulas esquinas.

Theod. Isso só pôde ser sendo globosas ; e então por mais que se apertem , sempre hão de deixar vãos entre si ; e sempre entalando-se hum globo entre dous , teria o mesmo embaraço roçando por elles , como se tivesse esquinas.

Eug. Se apertarmos muitos rosarios de contas n'uma mão , e quizermos por huma ponta tirar hum , não poderemos sem affroxar a mão , porque pegaráõ contas em contas , como vós dizeis desses pequenos globos.

Theod. Dizeis bem : e quando as particulas pudessem escorregar para huma parte , em o corpo voltando para o lado , já lhe ficava a direcção contra a figura , e tinhamos tudo perdido ; ou as particulas para voltarem havião de virar a esquina para a face , e tinhamos vão ou vacuo , posto que pequeno , o que se diz que he impossivel.

Silv. Já vejo que tendes razão ; porém serão vacuos mui pequenos.

Theod. Huma vez que tocamos neste ponto , sendo elle substancial do systema de Descartes , quero mostrar-vos como he necessario ,

rio, não qualquer vasio pequeno, mas como eu disse hum meio quasi de todo vasio, para dar passagem franca aos Planetas: digo que he necessario, a não admittir que os Planetas se movem arrebatados pelas torrentes de fluidos em que nadão, ou pelos turbilhões de Cartesio; o que já mostrei que era impossivel. Mas assentando, como se deve assentar, que os Astros se movem sem serem arrebatados por fluido que os leve, deve estabelecer-se, que o meio por onde se movem he quasi vasio, para não retardar os Planetas nos seus movimentos. Eu vou a formar o argumento.

Sily. Mui difficultoso sois de contentar: vamos a esse argumento.

Theod. Sendo o meio por onde se movem os Planetas totalmente cheio, e o Planeta hum bola tambem totalmente cheia, sem póros alguns por onde pudesse passar esse fluido (supponhamos isto) não poderia o Planeta mover-se, sem que quando tivesse andado hum diametro, tivesse já perdida metade da sua velocidade. Isto se demonstra por calculo infallivel (1) que vós não haveis de entender por falta de principios; mas creio que não duvidais.

Eug. E como podemos duvidar, dizendo vós que se demonstra mathematicamente?

Theod. Consideremos agora que, sem fazer mudança alguma no fluido, formavamos do

(1) Gravesand. Phy. Elem. Mat. num. 1574. e 4126.

do Planeta outra bóla muito maior , porém cheia de grandes buracos , para poder passar o fluido francamente : neste caso , só aquellas partes solidas dos Planetas , que incorrião no fluido , he que podião encontrar resistencia , por quanto pelos vãos passava elle com liberdade ; porém como as partes solidas , computando-as juntamente , valem tanto como o mesmo Planeta na sua antiga figura , segue-se que quanto he pela quantidade de materia que se ha de desaccommodar para dar lugar ao Planeta , vem a ser a mesma resistencia , do que no primeiro caso ; e assim , tanto que tiver andado hum só diametro , terá perdido metade da sua velocidade. Ora accrescentai , que nesse segundo caso o fluido que entrava pelos buracos , ou póros do Planeta , havia de fazer sua impressão nas partes solidas lateraes , e com o roçado sempre havia de retardallo ; e por conseguinte terá agora muito maior resistencia do que no primeiro caso. Supposto isto , vamos ao que succede na realidade. Este fluido , de que querem suppôr cheio o espaço dos Ceos , ou passa pelos póros do Planeta , ou não passaria ? se não passa , temos pelo calculo que disse , que antes do Planeta correr espaço igual a hum diametro do seu volume , perde metade da velocidade : se o fluido o traspassa , com mais razão se ha de retardar o movimento , do que se essa materia toda se ajuntasse em volume solido , e por
if.

isso menor ; e de qualquer modo , aos dous passos tínhamos o Planeta quasi parado.

Eug. Esse argumento convence fortemente.

Theod. Logo se nós vemos que os Planetas fazendo os seus giros ha seis para sete mil annos , não se tem sensivelmente retardado , he certo que o fluido que ha nesses espaços immensos por onde se movem he tão raro , que quasi se podem reputar vafios. O calculo forma-se deste modo. A resistencia que experimentão os Planetas he conforme a densidade do meio ; a resistencia he nenhuma ou quasi nenhuma , porque nenhum Astronomo a percebeo até aqui , conferindo as observações antiquissimas com as modernas : logo a densidade do meio ou he nenhuma , ou quasi nenhuma ; e por outros termos , esses espaços estão ou totalmente vafios , ou quasi vafios. E lá vai todo o horror do vacuo com que os Filósofos antigos nos creárão. A mim o que me embaraça a persuadir-me que os Ceos estão totalmente vafios , he o que já vos disse. Vemos todo o espaço dos Ceos cheio de luz , e esta he substancia , ainda na opinião de Newton , o qual diz que he humma chamma tenuissima : logo não estão totalmente vafios. Mas para conhecerdes a incomparavel raridade deste fluido , fazei este calculo. O ar , conforme o que eu n'outro tempo vos mostrei (1) he tão raro , que , se Deos ajuntasse todas as particulas que
no

(1) Tom. III. pag. 232.

no estado natural occupão dezoito mil palmos , todas caberão n'um palmo de espaço ; e não obstante essa raridade , largando hum pendulo a fazer as suas *oscilações* ou movimentos no ar livre , dentro de poucas horas se vê tão embaraçado e diminuido o seu movimento , que pára de todo. Pelo contrario o movimento dos Planetas ha seis mil annos que dura , e não tem a minima differença sensivel: qual será logo a raridade desse fluido , que occupa os espaços do Ceo?

Eug. Dizeis bem , que se não he nada , he quasi nada.

Theod. Examinado o immenso espaço dos Ceos , vamos agora a considerar os corpos Celestes que por elle se movem , para formardes huma idéa desta portentosa Máquina.

§. V.

*Da Opacidade dos Planetas e suas Phases ,
particularmente das da Lua.*

Sily. **E**U admiro a bella docilidade de Eugenio , e invejo-a , porque logo se accommoda: tudo crê , tudo he claro , nenhuma fadiga , nem trabalho tem o seu entendimento. Ora vamos a navegar por esse vacuo immenso , Theodosio , e visitemos os Planetas.

Theod. Vós , como tendes que romper hum
flui-

fluido densíssimo, por não ter póros alguns; (não me soube explicar) como tendes que passar humas massas solidas, como de bronze fundido, muito tarde chegareis aos Planetas: nós porém iremos mais depressa, tendo o caminho despejado. Mas não percamos tempo com isto. Os Planetas, Eugenio, são huns corpos solidos, de figura sensivelmente globosa, porém todos de si são escuros; mas como também são opacos, reflectem a luz do Sol que os alumeia: e deste modo he que brilhão e resplandecem, porque de si não tem mais luz que humas pedras, ou paredes, a qual dando-lhe o Sol, reflecte luz, e tanta, que ás vezes molesta os olhos.

Eug. Se não estivesse costumado já a conhecer os erros, que desde a infancia tenho adorado, crendo com firmeza total o que depois vi que era erro crasso, muito me havia de custar a crer que a Lua, e Venus, e outros Planetas não tinham luz propria sua.

Theod. A Lua, que mais vos fazia crer serem os Planetas luminosos de si, he a que vos ha de defenganar para os mais. Nós vemos a Lua parte escura e parte alumiada, que a isto he que chamão os Filósofos Phases da Lua: humas vezes está cheia, outras desfalcada, outras quasi se não vê. Eu vos explico como isso he. Como a Lua de si he hum corpo escuro e opaco, só pôde estar clara onde lhe der o Sol; ora vós bem

bem vedes , que o Sol quando dá n'uma bola opaca , não póde alumiar senão ametade , a outra fica ás escuras ; e a differença que nós conhecemos na Lua só procede do diverso modo com que a olhamos. Aqui vos posso fazer huma experiencia clara. Supponde que aquella véla acceza *A* (*Estamp. 1. fig. 2.*) he o Sol , e esta bola *L* seja a Lua ; eu a suspendo defronte da chamma : dizei-me ; esta bola não tem sempre ametade alumuada , e ametade escura , por mais que eu ande com ella á roda da vossa cabeça ?

Est. 1.
fig. 2.

Eug. Quem o duvida !

Theod. Porém vós nunca podeis ver senão só ametade da bola : nesta postura em que ella está (*L*) , fica a face alumuada voltada para a véla ; e como vós estais da parte opposta , só podeis ver a face escura : eu vou agora dando com a bola hum giro á roda de vós : já ireis vendo parte da face alumuada.

Eug. Assim he ; e cada vez vou vendo maior porção della. Parai ahi : agora vejo eu ametade da face escura , e ametade da face alumuada.

Theod. Pois assim succede na Lua quando he quarto crescente : quando estava entre nós e o Sol , voltava a face escura para nós ; pois a que olha para o Sol sempre ha de estar alumuada ; depois como vai voltando á roda da terra , já vai dando lugar a que se veja parte da face alumuada ; e quando
se

se vê ametade de huma , e ametade de outra , então dizemos que he quarto crescente : reparai agora , que eu vou continuando o giro á roda da vossa cabeça.

Eug. Já agora muito maior porção se vê da face clara , que da escura.

Theod. Quando eu chegar a tal sitio , que a vossa cabeça fique em d reitura entre a bola , e a véla , então assim como a face clara fica voltada inteiramente para a véla , assim fica voltada inteiramente para vós ; vede se he assim.

Eug. Impossivel he que não seja. Isto agora supponho que he a Luacheia.

Theod. Não vos enganais. Na Lua cheia ficamos nós entre o Sol e a Lua ; por isso quando he dia de Lua cheia , sempre nasce ás Ave Marias , porque a essas horas se poz o Sol , e devem ficar encontrados , para que a mesma face resplandecente , que a Lua volta para o Sol , se nos dê a ver inteiramente. Eu vou agora continuando o giro. Já agora haveis de ver parte da face escura.

Eug. Assim he Já nesse sitio vejo outra vez ametade de huma face escura , e ametade de outra alumiada.

Theod. Ahi tendes o que chamão na Lua *quarto minguante*. Ultimamente ha de ir sendo cada vez menor a parte alumiada , e maior a escura até haver Lua nova : aqui tendes o que chamão *Lua nova* imitada nesta bola ; e succede quando fica a bola entre vós

e a vêla ; assim como a Lua se chama nova , quando fica entre nós e o Sol , que voltando para elle toda a face allumiada , volta para nós toda a escura. Isto só succede em todo o rigor , quando a Lua passa pela mesma linha que vai dos nossos olhos ao Sol ; 'o que acontece nos eclipses do Sol : mas nem todas as Luas novas temos eclipses , porque a Lua passa ou mais por cima , ou mais por baixo dessa linha , e assim sempre deixa ver alguma orela da face allumiada , a qual vai crescendo á proporção que a Lua se vai afastando do Sol. Eis-aqui tendes o que são Phases da Lua. Creio que me tendes percebido.

Eug. Nenhuma cousa tenho entendido mais cabalmente. Que me dizeis , Silvio ?

Sily. Que hei de dizer ! Isto he huma cousa evidente , nem cá a minha escola duvidou nunca disão. Mas agora , Theodosio , o que eu não sei conhecer no Ceo he quando he quarto *Crescente* , ou quando he *Minguante* , sem ter preciso lembrar-me se nos dias precedentes a Lua foi *Cheia* , ou *Nova*.

Theod. Facilmente o conhecereis se observardes para que parte volta a Lua o lombo , ou parte convexa ; porque dessa parte he que lhe fica o Sol , e por ahi se conhece se nos dias antecedentes foi *Nova* , ou *Cheia* : se volta o lombo para o Nascente , he quarto Minguante , porque vai para Lua Nova ; se o lombo allumiado se volta para o Poente ,

re , he quarto Crescente , porque vai para Lua Cheia.

Eug. Também estimo saber isso para as minhas sementeiras , sem me ser preciso consultar a folhinha.

Theod. Nem para isso era preciso saber os quartos da Lua ; a seu tempo tocaremos nisso de passagem ; deixai-me concluir o que hia dizendo dos Planetas. Todos elles são como a Lua , escuros de si totalmente , e só claros e resplandecentes naquella face onde dá o Sol : e por isso nenhum Planeta ha , que não tenha ametade ás escuras , porque são opacos , e não os póde a luz traspassar. A differença que ha entre elles he , que pelas diversas alturas e situações em que estão , huns deixão ver mais do que outros essa face. Venus a deixa ver muito claramente ; porém he preciso que a olhemos com Telescópio ; aliás o resplandor da parte alumiada com os raios , que despede , perturba a figura ; e n'uma distancia grandissima não lhe conhecem os nossos olhos differença , como se conhece na Lua , porque nos fica muito mais vizinha incomparavelmente. A' manhã vo-la mostrarei pelo Telescópio , e pasmareis de ver a sua figura.

Eug. E os demais Planetas também tem enchentes e minguentes , como a Lua , e Venus , segundo o que dizeis ?

Theod. Como todos são opacos , e só tem humma face allumiada pelo Sol , também todos tem sua tal ou qual mudança na figura appare-

parente ; porém só he sensível em Mercurio , Venus e na Lua. Os dous Planetas *inferiores* , que são Venus e Mercurio (chamão-lhes inferiores , porque ás vezes pafsão por debaixo do Sol ; Marte , Jupiter , e Saturno chamão-lhes superiores , porque nunca pafsão por entre nós e o Sol). Digo pois , que os dous Planetas inferiores , que são Venus , e Mercurio , como nos seus giros podem passar por entre nós e o Sol , assim como a Lua , tambem assim como ella podem voltar para nós a face escurecida , pois a alumiada sempre fica para o Sol ; e já d'aqui vedes que podem ter minguan-tes e enchentes , como a Lua ; porém os Planetas superiores , Marte , Jupiter , e Saturno , como pelo lugar em que andão , e movimento que tem , nunca pafsão por entre nós e o Sol , nunca podem voltar de todo para nós a sua face escurecida. Fazei reflexão no que digo : se puzermos aqui hum a véla acceza , e andar hum criado com hum a bola á roda da véla em distancia de dez palmos v. g. , sempre a face alumiada da bola ha de ficar voltada para a véla , pois a véla he quem a alumeia : até aqui he bem manifesto ; passemos adiante. Nós ou havemos de estar dentro deste circulo , que faz a bola á roda da véla , ou havemos de ficar de fóra ; se estivermos de fóra do circulo , humas vezes havemos de ver a face escura da bola , outras a face alumiada.

Eug. He bem evidente , que assim deve ser.

Theod.

Theod. Mas se nos mettermos dentro do círculo , sempre havemos de ver a face alumiada ; porque esta como se volta sempre para o centro do tal giro , que he a véla , tambem se volta sempre para nós , que estamos dentro do giro. Só haverá alguma differença em ver em cheio toda a face alumiada , quando a véla , nós , e a bola ficarem em linha recta , ou ver tambem alguma borda da parte escura ; como quando nós , a véla , e a bola não estivermos em linha recta ; porque então voltando a bola ou Planeta a face alumiada directamente para a véla , nós cá da outra banda , alguma parte da face escura lhe havemos de descobrir ; mas isso pouco sensível he. Ora o que disse da bola andando á roda da véla , digo dos Planetas á roda do Sol. Se fallamos de Mercurio e Venus , fica a Terra fóra do giro que elles formão á roda do Sol , e veremos ás vezes a sua face escura ; se fallamos de Marte , Jupiter , &c. ficamos sempre dentro do giro que fazem á roda do Sol , e sempre veremos a sua face alumiada. Mas tempo he já de vos dar a conhecer o número dos Planetas , e a differença que ha entre elles. Perdoai , Silvio , se vos desagrada não guardar nesta instrucção a ordem com que se tratão estas materias nos livros ; porque eu fallo com quem não tem mais comprincipios para a intelligencia destas materias , que os que agora vou dando , e he-me preciso buscar

car a ordem accommodada á mais facil intelligencia.

Sily. O methodo que mais facilita a percepção das materias, he o melhor methodo.

§. VI.

Dos Planetas Primarios e Secundarios, e dos Cometas e Estrellas em commum.

Theod. OS Planetas constantemente visiveis, que temos nos Ceos, por todos são dezeses : além deſſes ha outros, que são visiveis n'um tempo, e invisiveis n'outro, a que chamáo *Cometas*; e deſſes trataremos á parte. Mas dos dezeses Planetas huns ſe chamáo *primarios*, outros *secundarios*, como quem diz da primeira claſſe, ou da ſegunda. Os Planetas da primeira claſſe ſão 6, cujos nomes ſão: *Mercurio, Venus, Terra, Marte, Jupiter, Saturno*: alguns contáo o *Sol* no lugar da *Terra*; porém, não fazendo bulha por nomes, eſte modo de contar, de que uſo, he mais coherente á noção, ou idéa que damos de Planeta, ſendo a de *hum corpo opaco, que recebe luz de outro, e faz huma peſa principal neste systema, ou fabrica do Universo*. O *Sol* ſendo corpo luminoso de ſi, mais deve pertencer á claſſe das *Estrellas fixas*; mas contem como quizerem, e não fazamos por iſſo queſtão; eu ſigo os *Aſtro-*

nomos de melhor nota. Antes que falle do movimento dos Planetas , he preciso advertir-vos que eu não fallo do movimento , que chamão commum , e que todos vem , com o qual se revolve toda esta máquina dos Ceos em 24 horas do Oriente para o Poente : deste movimento fallarei a seu tempo , que por agora só fallo dos movimentos proprios e particulares , que tem cada Planeta de per si ; v. g. a Lua hoje vedes que está junto daquella estrella ; pois á manhã ha de estar muito cá para o *Nascente* , e notavelmente desviada da mesma estrella ; e no dia seguinte muito mais affastada , até que dê huma volta ao Cco todo , e torne a ajuntar-se com a tal estrella. Ora o mesmo fazem os demais Planetas : Se hoje apparecem ao pé d'huma estrella , á manhã se vem longe della , fugindo sempre para o *Nascente* ; e destes movimentos proprios fallo agora : tomai bem sentido , que do movimento commum a todos os Astros fallarei a seu tempo. Isto posto , *Mercurio* he o mais chegado ao Sol , e anda á roda delle : segue-se *Venus* , que em maior distancia faz tambem o seu giro á roda do Sol. A Terra dista mais ; e aqui se dividem os Astronomos em duas classes : huns com *Tico-Brabe* dizem que ella está fixa , e o Sol he o que á roda della se move , como os nossos olhos nos persuadem ; outros com *Copernico* , *Des-Cartes* , *Newton* , &c. dizem que , estando o Sol sensivelmente pa-

rado no meio do Universo, se move a Terra como qualquer outro Planeta á roda do Sol ; mas deste ponto fallaremos quando vos for mais facil a intelligencia do que ha sobre essa materia. Segue-se *Marte*, que tambem anda á roda do Sol, e depois *Jupiter* ; e ainda em maior distancia *Saturno* : andando todos á roda do Sol, sendo este luminoso Astro como o centro sensivel dos movimentos de todos elles ; de sorte que, ainda seguindo que a Terra está quieta, e que o Sol gira á roda della, he sem a minima duvida, que os giros que fazem os Planetas com os seus movimentos proprios, tem por centro, não a Terra, mas o Sol. Socegai, Silvio, que eu sou Catholico Romano, e havemos de concordar pela obediencia que professo á Santa Igreja, e ainda á Inquisição de Roma ; não tenhais sustos, como quando foi dos Accidentes.

Sily. Eu não digo nada ; o mostrar admiração e espanto, ouvindo algumas cousas que vos ouço, são movimentos naturaes, e ás vezes indeliberados : proségui.

Theod. Estes Planetas se podem no Ceo distinguir facilmente das Estrellas fixas, reparando na sua luz. Costuma ser clara, porém quieta e como morta, e não tremem, nem scintillão como as estrellas ; excepto quando estão perto do Horizonte, porque então o vapor da terra agitado faz interromper os seus raios, e tremem scintillando.

Eug. Mostrai-me vós agora no Ceo alguns Planetas.

Theod. Venus já vós conheceis , e lá o tendes quasi escondendo-se no Horizonte , porque agora segue o Sol , e anda atrás d'elle ; esse bem conhecido he. Voltai agora os olhos para o Nascente , e vereis Jupiter , já bem levantado do Horizonte : acolá o tendes.

Silv. A luz que despede de si , he bem distincta das demais estrellas.

Theod. Distincta pela sua força , e por não tremer , nem scintillar.

Eug. Assim he : estes dous conheço eu já : dai-me a conhecer *Mercurio*.

Theod. Agora já não pôde ser : não vedes que Venus se está escondendo no Horizonte ? *Mercurio* como anda mais perto do Sol , necessariamente já muito tempo antes se ha de ter escondido. Além disso não he mui facil vello sem oculo ; porque andando mui perto do Sol , e sendo pequeno , a luz do Sol o confunde. Porém Marte tendes vós á vista : ahí o tendes sobre a vossa cabeça : a sua luz he avermelhada.

Eug. Assim he , porém muito menor que a de Jupiter.

Theod. Tambem o seu corpo he muito menor : deixai-me agora ver se descubro Saturno Lá o tendes bem por cima da Torre de Belém.

Eug. Lá o vejo ; como he morta e pállida a sua luz !

Theod. Assim he sempre ; e tem razão para
seu

fer assim, pela distancia em que está, porque he o mais distante de todos os Planetas : e como não tem luz propria, forçosamente o havemos de ver amortecido ; pois he preciso que os raios do Sol andem hum espaço immenso até Saturno, e d'ahi reflictão para nós, caminhando outro espaço ainda maior ; e nós bem vemos que a luz quanto mais espaço anda, mais fraca fica, porque sempre os raios vão sendo divergentes. Quando souberdes a distancia, em que Saturno está, haveis de admirar-vos de que chegue a ver-se, ainda desse modo que o vemos.

Eug. Reparo que vós não contastes a Lua no numero dos Planetas : talvez vos esqueceo ?

Theod. A Lua Planeta he, mas não da classe dos *Primarios*, ou da primeira ordem : he dos *Secundarios*, ou *Satelites*, que quer dizer o mesmo que guarda de outro Planeta. Dos Planetas primarios alguns tem á roda de si sua guarda, como de archeiros, que nunca os largão. Saturno tem cinco satelites á roda de si, que o acompanhão, aos quaes podemos chamar cinco Luas : Jupiter tem quatro, e a Terra tem huma, que he essa que estamos vendo. Portanto, Eugenio, não foi esquecimento o não metter a Lua entre os Planetas principaes, porque ella he dos da segunda ordem, posto que aos olhos tão visivel, e tão grande como o mesmo Sol.

Eug.

Eug. Mostrai-me as Luas , ou Satelites de Jupiter.

Theod. A' manhã vo-los mostrarei com o Telescópio , porque sem elle não se podem ver , por causa da sua grande distancia , e por serem muito mais pequenos que Jupiter ; ainda que eu não duvido que sejam maiores que a nossa Lua , e talvez maiores que a Terra : o mesmo digo dos Satelites de Saturno , que muito tempo passou sem se lhe conhecerem senão quatro. Porém por agora preciso he que saibais , que todos elles são da mesma natureza dos Planetas primarios ; isto he , opacos e escuros de si ; e por esta razão ás vezes desapparecem de repente diante dos nossos olhos , outras de repente apparecem.

Eug. E porque succede isso ?

Theod. Como Jupiter he opaco , dando-lhe o Sol por huma face , forçosamente para a outra ha de fazer sombra ; e como os Satelites andão á roda de Jupiter , ás vezes entram pela sombra dentro , e ficão ás escuras , porque não podem receber a luz do Sol , que o corpo de Jupiter lhes encobre ; e ficando ás escuras , como se hão de ver ? E d'aqui se prova que elles são Planetas , e não estrellinhas pequenas ; porque essas , como tem luz propria , sempre brillão e se deixão ver ; porém os Satelites não tendo luz senão a do Sol , quando passão por detrás de Jupiter , hão de ficar ás escuras , e invisiveis ; e quando sahi-

rem

rem da sombra , de repente ficarão banhados da luz do Sol , e se hão de ver.

Eug. E também a sua luz he clara e quieta como a dos outros Planetas , ou scintilla como a das estrellas ?

Theod. Em tudo seguem a regra dos outros Planetas ; e quem os vê pelo Telescópio , não pôde confundillos com as estrellas , porque he manifesta a differença.

Silv. Terão também suas phases , e seus eclipses , como vemos nos outros da primeira classe ?

Theod. Nos Satelites de Jupiter são frequentissimos os eclipses , porque os giros que dão á roda delle , são mui frequentes ; porém as suas *phases* , ou diversas apparencias da face alumada , são totalmente imperceptiveis ; porque se em Jupiter não ha sensível mudança na apparencia pelo sitio em que está tanto além do Sol , de sorte que comprehende a Terra dentro nos seus giros , como ha de ser sensível nos Satelites , que tem a mesma altura ? Mas no Satellite da Terra , que he a nossa Lua , as faces são bem sensiveis , como todos sabem ; e os eclipses são menos frequentes , porque em quanto a Lua dá hum giro á roda da Terra , os Satelites de Jupiter dão muitos , pois o primeiro dá huma volta em menos de 43 horas , e os outros á proporção. Além disso os Satelites de Jupiter , como andão mui perto delle , nunca escapão da sua sombra , quando voltão pela parte detrás ; e a
Lua

Lua muitas vezes escapa da sombra da Terra , que por isso nem sempre ha eclipse da Lua nas Luas cheias ; ainda que ella de si , como todos os demais Planetas , não tenha luz alguma.

Sily. Não posso socegar o meu juizo , quando vos ouço negar toda a luz propria á Lua.

Theod. Quando vós á manhã a virdes escura por entrar na sombra da Terra , então vos defenganareis , que ella de si não brilha ; e que toda a luz , com que resplandece , he emprestada. Aliás , se ella tivesse de si alguma luz , como v. g. huma vela acceza , ficando ella mettida atrás da Terra , sem que lhe dêsse o Sol , sempre havia de brilhar , e então mais , assim como huma vela acceza não brilha nada , se está á vista do Sol , e posta á sombra resplandece.

Eug. Aquella razão convence.

Sily. A' manhã me defenganarei.

Theod. Por conclusão , temos que são dez os Satelites , ou Planetas secundarios : cinco em Saturno ; quatro em Jupiter , e hum na Terra. Em Marte , e Mercurio se não virão ainda : em Venus , já por quatro vezes se tem visto hum , mas ainda se não dão por certas , e exaças as observações ; e juntando os dez secundarios com os seis primarios , fazem , como eu vos dizia , dezeseis Planetas ; e com o Sol dezeseite Astros , que pertencem a este systema solar. Além destes ha outros Planetas irregulares , que também pertencem a esta máquina , que

são os Cometas : Chamáo-lhe Planetas irregulares , não porque o seião , mas porque não he o seu movimento tão conhecido como o dos dezeseis de que fallamos. Delles vos hei de fallar mais largamente em seu lugar ; mas para não ficar decepada , ou truncada esta idéa , que vos dou da fabrica do Universo , vos darei tambem hum geral noticia dos Cometas. Hoje depois do celebradissimo Cometa de 59 , ninguem duvida que são os Cometas huns Áltros creados no principio do mundo , juntamente com os outros Planetas : a differença maior , que os separa para classe diversa , está em que os Planetas andão á roda do Sol em circulos perfeitos , ou elises , que se chegão muito para circulos. Não sei se já vos expliquei que cousa era *Elise* : dão este nome ao que nós chamamos figura oval ; e para que fique isto logo estabelecido , por quanto nos ha de servir para diante , o modo facil de descrever esta figura , não he usando do compasso , mas de dous prégos , hum aqui em *a* (*Est. 1. fig. 3.*) Est. 1.
fig. 3. outro alli em *b* : atemos hum cordão mui froxo de hum prégo a outro , e com hum ponteiro na mão , entézo a corda , e vou correndo á roda , de hum a e de outra parte , e o rego que fica assignado com o ponteiro , he hum *Elise* ; e os dous prégos são os seus dous focos. Ora quando eu quero fazer hum *elise* muito comprida , não tendo mais que pôr os dous prégos mui distantes ;

tes ; quando a quero fazer quasi circular , ponho os dous prégos quasi chegados hum ao outro.

Eug. Tenho percebido , já sei o que he Elise.

Theod. Os Cometas movem-se á roda do Sol descrevendo elises , de sorte porém que lhes fica o Sol n'um fóco. Estas elises são muito compridas ; e por esta razão os Cometas não se vem sempre , senão de tempos em tempos ; porque em quanto andão naquella porção de elise , que se chega ao Sol , podemos alcançallos com a vista ; mas quando vão fugindo pela elise adiante , põem-se em tamanha distancia , que se não podem ver , nem com os melhores Telescopios , até que passados os annos determinados para o seu periodo ou volta , tornão a chegar-se ao Sol , e deixar-se ver dos homens. Os Planetas tambem se movem em elises , mas são mui curtas , e quasi como circulos , por isso nunca fogem da nossa vista. No demais havemos de julgar que os Cometas , como os Planetas , são huns corpos globosos , opacos , e invisiveis de si , e só visiveis pela luz que reflectem do Sol. O mais que ha que dizer ácerca das suas caudas , movimentos , e periodos , fica para seu lugar , como tambem o responder a varias dúvidas , que Silvio ha de ter ; por quanto ha de seguir a opinião dos que dizem que são vapores levantados da Terra.

Silv. No que não ha dúvida quanto a mim ,

e he expresso de Aristoteles, se me não engano.

Theod. Em tudo isso fallaremos de vagar, quando a boa ordem nos conduzir a tratar destes Astros em particular, que hoje quero-vos dar huma idéa dos Astros em commum.

Eug. Ahi temos já a pendencia armada, principalmente porque irá Silvio para casa prevenir-se para a contenda.

Theod. Ultimamente, Eugenio, além destes corpos opacos que rodeião o Sol, temos muitos corpos luminosos, que são as Estrellas, que a nosso modo de fallar não tem nada com o Sol, nem andão á roda delle. Chamão-lhe Estrellas fixas: estas assentão todos que tem luz propria, porque estão n'uma tal distancia, que seria impossivel que a luz do Sol lá chegasse com força capaz de reflectir para nós; pois a distancia das Estrellas he incomparavelmente maior que a de Saturno. Estas Estrellas não estão fixas e engastadas em algum corpo solido, como imagina o vulgo, porque humas estão em distancia muito maior que as outras: cada humas dellas he como hum Sol, e por causa da distancia immensa, em que estamos a seu respeito, parecem tão pequeninas. A *via lactea*, que estais vendo, ou como chama o vulgo a *estrada de Santo-Iago*, não he outra cousa mais que huma incomprehensivel multidão de Estrellas miudas e juntas, que se não distinguem entre

si com os olhos ; porém os Telescopios nos dão a conhecer que essa luz continuada que parece huma nuvemzinha branca e rara , não he senão collecção de muitas Estrelas , que pela distancia immensa quasi que desapparecem dos nossos olhos.

Silv. Continuemos a conversação ; mas se vos não incommoda , vamos para dentro , que aqui já o Luar nos causa prejuizo.

Theod. Vamos ; mas não tendes receio que o Luar vos prejudique á saúde.

Silv. Couza he bem constante , que assim como he util a muitas plantas , he nocivo aos homens.

Eug. Eu sempre assim o entendi.

§. VII.

Do Influxo dos Astros nos corpos terrestres.

Theod. **E** Tambem eu muitos annos me persuadi disso ; mas ultimamente vim a conhecer , depois que tive mais alguma lição e experiencia , que havia nesse particular grandes erros , e preocupações da infancia.

Silv. He principio para mim certissimo , que todos os Astros influem nos corpos *sublunares* ; e que huns tem benigno influxo , outros maligno. E sendo o influxo do Sol bom , porque não será máo o da Lua ?

Theod.

Theod. No influxo do Sol não tenho dúvida, porque he innegavel o calor que causa nos corpos terrestres, e este calor he que dá vigor ás plantas, e como alma e vida a todo o mundo; especialmente crendo que este calor não consiste em méro movimento da materia que aquece, mas em particulas de fogo, que se intromettem nos corpos, e tem a sua origem do Sol, como n'outra occasião dissemos. Do influxo da Lua duvido em parte, e em parte não duvido. Tenho por certo que as marés procedem da Lua, e muitos ventos, e muitas outras mudanças, nesta proxima região do ar. Se concedermos á Lua a força de attracção, que está quasi evidentemente provada entre todos os corpos Celestes, com esta póde mover as aguas do Oceano, a massa tenue do ar; e com isto fazer notaveis mudanças na economiã da natureza. Em quanto a estes pontos não duvido; e delles fallaremos a seu tempo: agora no que toca ao influxo sobre as sementeiras, e mariscos, e sobre os nossos corpos, tenho minhas dúvidas, e bem fundadas: ultimamente sobre o damno que podemos padecer, estando expostos ao Luar, nisso estou certo que he medo vão, e sem fundamento. Eu discorro por partes. Se o Luar fizesse damno aos humores de hum homem, que com a cabeça descuberta se expõe a elle, tambem o faria ao outro, que com a cabeça abafada debaixo dos cobertores está dor-

dormindo na sua camara mui fechada. A Lua só pôde obrar por força desta attracção, que disse; e se com esta pôde perturbar os humores do corpo humano, o fará igualmente em qualquer lugar, pois eu vejo que igualmente revolve a agua da superficie do Téjo, e a que está no abyssmo do mar, e que chega a fazer effeito na porção de agua lá dos antipodas, atravessando a sua virtude por todo o grosso da Terra, sem que isso lhe esterilize, ou diminua a sua força de obrar, como veremos fallando das marés; não que haja espiritos ou effluvios ou alguns corpos subteis, que atravessem a Terra de parte a parte para esse effeito, mas porque a lei da gravidade, ou attracção obra por outro modo, como vos disse fallando da gravidade dos corpos terrestres. Supposto isto, quem disser que a Lua por força da sua attracção move os humores de quem está exposto ao Luar, não deve dizer que seja tão fraca essa attracção, que hum lenço, ou chapeo posto na cabeça zombe della; nem ainda o telhado das nossas casas; porque se a grossura de toda a Terra não defende da attracção da Lua a agua dos nossos antipodas, que fica da outra parte do g'lobo da Terra, que pôde fazer a mais grossa parede? Isto he no que toca ao Luar ser nocivo ou não. Agora vamos ás sementeiras.

Silv. Esperai: pois só por força da attracção pôde obrar a Lua!

Theod.

Theod. Sim.

Silv. E o Sol não obra por outros modos sem fer o da attracção?

Theod. O Sol sim, porque obra com o calor, e com as particulas de fogo, que sendo da sua natureza delle, sabemos que se introduzem nos corpos terrestres; e este calor pôde fazer grandes mudanças, e effeitos nos corpos: pelo contrario, a luz da Lua, por mais que se tenha examinado, nenhuma mudança sensível faz nos corpos. Os maiores e mais vigorosos espelhos ustorios, que expostos ao Sol derretem os metaes promptamente, e vitrificação muitas materias, se por muito tempo se expuzerem aos raios da Lua, não serão capazes de fazer subir meio grão o mais sensível Termometro que se lhe ponha no fôco. Tem-se feito exactas diligencias para perceber qualquer differença no Termometro com a força do Luar, mas sempre de balde; pelo que, por força do calor, não pôde a Lua fazer mal, nem bem aos corpos terrestres.

Silv. E que me dizeis á constante experiencia dos enfermos, que se queixão uniformemente nas Luas, ainda sem saber que os dias são de Lua?

Theod. Isso já he outro ponto, em que eu não tenho toda a certeza; mas sempre quero dizer-vos o meu pensamento, e contar-vos huma historia. Eu tive em minha casa hum hospede alguns annos, homem de pou-

poucas letras , e mui tenaz de juizo ; este tinha tomado huma tal aversão com o dia de festa feira , que queria persuadir-nos que nesse dia tudo succedia mal , e que era dia terrivel ; e fazia hum largo catalogo de infellicidades suas e alheias , todas acontecidas á festa feira : quiz eu disperseuadillo , attribuindo a acaso o que elle julgava influxo do dia , e não pude : mostrava lhe como as vontades livres das pessoas , de quem pendião grande parte daquellas infellicidades , não podião ser movidas por algum occulto influxo do dia da semana ; e que o dia da semana não he cousa capaz de influir , pois o Sol , que fórma esse dia , fórma todos os demais , &c. e nada bastou , porque se defendia com a sua experiencia. Calei-me , e por longo tempo fui notando tudo quanto succedia , apontando os dias : passados dous mezes , tornei a excitar a questão ; e depois que elle me tornou a referir a serie de successos infausitos acontecidos naquelle dia , eu sahi com outra muito maior serie de successos felicissimos , tanto pertencentes a elle , como aos demais , acontecidos na festa feira , e depois referi outra serie de successos infelices , que succedêrão em diversos dias da semana , especialmente na quarta feira , que elle chamava dia feliz. Só com este argumento o convenci. O mesmo digo no presente caso. Em nós estando preoccupados de huma cousa , tudo quanto serve a confirmar essa idéa , se repõe na

me-

memoria , como cousa preciosa , que se guarda nos gabinetes ; porque todos estimão acertar , e tambem fazem apreço daquellas cousas , que nos persuadem que acertamos : pelo contrario , tudo o que ou não favorece , ou desmente a nossa idéa , como não se estima , não se repõe na memoria , e esquece. Vós mesmo haveis de ter huma experiencia propria , que persuade este meu discurso. Vós , assim como todos os bons Medicos , curais muitos enfermos , mas tambem muitos hão de ser os que vos morrem nas mãos ; e ouvireis nas juntas , que os Medicos formão huma larga serie dos que tiverão bom successo com aquelle remedio , e conservão na memoria nomes , ruas , officios , &c. ; mas dos que morrerão nem formão relação , nem ainda conservão lembrança , senão de alguns mais notaveis.

Silv. E para que se ha de conservar lembrança triste ?

Theod. Assim succede em casos innumeraveis. Só fazeis memoria dos enfermos , que se queixão em dias de Lua ; mas não fazeis reflexão nos que se queixão nos outros dias. Se fizesseis igual reflexão em huns e outros , talvez que achasseis que pouco influencia a Lua nos enfermos. Isto para mim he mui provavel nas Luas cheias e novas ; porém nos quartos muito mais provavel , porque nesses dias não ha razão nenhuma , nem ainda apparente. Nas Luas novas e

cheias , como a attracção da Lua e do Sol obrão pela mesma linha , fazem effeito sensível nas marés , e poderá alguém discorrer que por essa attracção altera os humores ; mas nos quartos , ainda que a Lua tivesse influxo , e mandasse cá effluvios , não havia apparencia de razão para serem nesse dia mais do que em qualquer outro , entre a Lua nova e cheia. Nestes dous dias , dizem alguns que a luz do Sol passando pela Lua , ou dando nella , e reflectindo totalmente para a terra , traz consigo grande copia de effluvios malignos , &c. ; porém nos quartos não sei que apparencia de razão possa haver. Que tem cá os humores do corpo humano com que nós vejamos só hum quarto de Lua claro , e outro quarto se esconda ?

Sily. Theodosio , deixai-vos de impugnar isso , que he huma heresia medica o que dizeis. Póde a Lua influir nos ventos , e chuvas , &c. ? Logo póde influir tambem nos corpos enfermos : assentemos nisto , e passemos a outra cousa.

Theod. Nos ventos e chuvas , e em toda a atmosfera , ou região do ar , e vapores que nos rodeão , póde a Lua influir assim como nos mares , por força da attracção , como direi a seu tempo ; e basta só esta attracção para motivar essas mudanças de tempo , as quaes pela mesma razão mais se governão pelas Luas novas e cheias , que pelos quartos ; mas não sei como a
for-

força da attracção da Lua obre nos enfermos ; mas por essa razão he que eu digo que neste ponto tenho muitas dúvidas , e não o dou por certo. Só sim póde a Lua verdadeiramente causar novidade nos enfermos *indirectamente*. Isto quer dizer , em quanto faz mudança nos vapores e ventos , e estes tem grande dominio sobre os doentes.

Silv. Seja pelo modo que quizerdes , com tanto que seja como a experiencia nos ensina.

Theod. Vamos agora ás sementeiras , que isto pertence a Eugenio , pelo que lhe ouvi ha pouco. Eugenio , eu algum dia fui mui contrario á opinião do vulgo , fundado nas authoridades que logo direi dos jardineiros do Rei de França ; mas hoje não o sou tanto , posto que conheço que he muita a preocupação do vulgo : aqui hei de ter as authoridades registadas em hum livro , desde que as encontrei (1). Aqui estão : a primeira testemunha he Mr. *Normand* , Director dos pomares de fruta e de espinho do Rei de França ; e diz assim traduzido do Francez : *Entre hum grandissimo numero de experiencias feitas com a ultima exacção em differentes annos , sobre cada huma das operações da agricultura , não tenho achado alguma , que favoreça a servil sujeição dos nossos antigos aos diversos aspectos da Lua.* A outra testemunha he Mr. de la *Quintinie* seu antecessor , o qual diz ,

E ii que

(1) Spectacl. de la Nat. Tom. I. pag. 502.

que não havia cousa mais frivola que ~~can-~~
sarem-se a observar o dia da Lua , quan-
do querem plantar , ou cortar , &c. Que
era preciso fazer cada cousa na sua fazão
oportuna , e escolher o tempo proprio ; e
attribuir o successo ao Sol , e ao tempera-
mento do ar , &c. Esta preocupação ge-
ral tanto mais está arraigada , quanto mais
antiga he ; e quanto mais a gente camponez
he aferrada aos sentimentos de seus pais ,
dando muito menos ao discurso que á sua
authoridade. Os antigos já forão culpados
nisto ; e creio eu que foi esta a causa. Co-
mo a gente do campo não tinha folhinhas ,
governavão-se pelas Luas para distinguirem
as diversas partes do anno , os mezes erão
lunares ; e entre elles se attentava como
cousa certa , que era bom semear este grão
no quarto mez da Lua , quando fosse no
meio , isto vinha a ser Lua cheia : a outra
planta era bom dispolla no setimo mez v. g.
já quasi acabando , isto vinha a ser quar-
to minguate ; outra no oitavo mez logo
no principio , isto vinha a ser Lua nova.
Cada revolução da Lua era o seu mez ;
e a quarta parte desta revolução era a sua
semana : olhavão para a Lua para sa-
ber em que alturas hia o mez , ou que
semana era do mez ; e saberem se era o
tempo proprio para semear , ou plantar ; e
como os filhos pequenos creados com seus
pais vião olhar para a Lua , e que se gover-
navão por ella , não perguntavão porque ,
mas

mas cegamente hião crendo que a Luã naquella quarto influia nas sementes , e a fazia pegar bem , &c. Pelo que , meu Eugenio , o Sol , as chuvas , os ventos , e a estação do anno he que se deve attender ; porque isto principalmente conduz ao bom effeito das sementeiras. E baste de conferencia , que para o primeiro dia affás foi longa.

Eug. Falta dizerdes alguma cousa sobre o influxo dos mais Astros , porque sempre ouvi dizer , nasceo debaixo de boa estrella ; e nestes reportorios ordinarios leio muitas vezes que neste mez predomina Marte , naquelloutro Saturno , &c. e attribuem a isto serem os que nascem debaixo do dominio do Astro , melancolicos , ou colericos , ou de estatura grande , ou de nariz comprido v. g. e tambem de costumes dissolutos. Dizei-me sobre isto o que entendeis.

Theod. Entendo que os Magistrados devião prohibir todos estes papeis , que não servem senão de desacreditar a Nação Portugueza , e metter erros na cabeça do vulgo , que os lê quasi com tanta fé , como se fosse o mesmo Evangelho. Nascer debaixo de boa ou má estrella , não he cousa que se possa entender. As estrellas do Ceo nenhum influxo podem ter na terra pela sua immentã distancia.

Eug. Lembrado estou que me dissestes , falando da luz (1) que gastava muitos annos a luz em vir das estrellas até nós.

Theod.

(1) Tom. II. Tard. V. §. 1.

Theod. Pois vede quanto gastaria a vir esse influxo para fazer mal ou bem á criança que nascia. Mas supponhamos que vinhão esses influxos como quizerem : todas as estrellas do Ceo estão n'uma immensa distancia da terra , que he como hum pontinho nadando no meio de hum vastissimo e immenso espaço : se huma estrella influir, porque razão não hão de influir todas as que estão no Ceo? e se influirem neste dia, por que não hão de influir em todos, sendo nelles sempre a mesma distancia , e passando por cima de nós todas ellas dentro de 24 horas? Mais : se influirem n'uma terra, porque não hão de influir em todas, sendo o globo terraqueo hum ponto em comparação das estrellas? O mesmo digo dos Planetas. Tomára que me explicassem isto : se para nascer debaixo do dominio de Marte basta estar elle então do Horizonte para cima, como em vinte e quatro horas dá huma volta á roda da terra; dos homens que nascessem, ametade o alcançariam sobre o Horizonte, ametade debaixo; o mesmo digo dos demais : ora que casta de observação se pôde fazer n'uma cousa necessariamente geral para metade dos homens?

Silv. Talvez quererão dizer que estava o tal Planeta a prumo sobre a terra na hora do nascimento.

Theod. Isso não pôde ser, senão na Zona torrida, e sete grãos e meio fóra della, porque nunca pôde Planeta algum sahir fóra do

do Zodiaco , nem passar cá a prumo por si-
ma de nós. Além de que , se Jupiter v. g.
passasse bem a prumo por si-
ma de nós no
tempo do nascimento do menino , tão en-
canados virião eíles influxos , que sahindo
do corpo todo de Jupiter , que he muito
maior que a terra , só chegassem cá ao
pontinho da casa , em que nasceo a crian-
ça , e não se diffundissem por todo o glo-
bo da terra , ou ao menos por todo o Rei-
no em redondo ? e se a todos chega esse
influxo , já a respeito delles não passou a
prumo ; e se isto não he preciso , todos os
mais Planetas , que sempre olhão a terra ,
ou a prumo , ou obliquamente , estarão
influindo sobre ella , e não se pôde attri-
buir nada mais a este Planeta que aos ou-
tros.

Sily. Eu não sei lá de Astronomias , mas
sempre ouvi dizer que a diversa conjunção
dos Astros tinha tal , ou qual dominio sobre
os corpos terrenos. Ahi tendes vós huma
couza constantemente observada pelos Me-
dicos , que quando o Sol entra na Cani-
cula , não he conveniente entrar em cura ,
nem fazer remedio forte : isto não haveis
vós de negar.

Theod. Não o posso conceder. Sei que esse he
o costume dos Senhores Medicos ; mas não
discorrem todos de hum modo : alguns por
Canicula entendem calmas excessivas , e en-
tão concordo facilmente que não convém
entrar em cura , porque as calmas grandes
per-

perturbão a economiã dos humores ; mas outros por Canicula entendem huma certa constellação do Ceo , e religiosamente observão os dias que a folhinha aponta de Caniculares , temendo-os como dias infausitos , quer faça grande calma , quer pequena ; e com estes taes não posso concordar. Que tem cá o Sol com as estrellas , que ficão mais de setenta mil milhões de leguas distantes d'elle , e que tem ellas cá connosco para nos perturbar os remedios ? Entrar o Sol na Canicula , quer dizer , que nestes dias o Sol , olhando-o desde a terra , corresponde no Ceo a estas estrellas ; assim como nós olhando para a Torre do Bugio na barra , ella nos corresponde áquella brilhante estrella , que se vai escondendo. Mas se olharem para o Sol nestes dias de outra parte , fóra do globo terrestre , corresponderá a constellação mui distante , assim como se de Cascaes agora olhassem para a Torre do Bugio , lhe havia de corresponder a alguma estrella do Nascente. Logo tanto parentesco tem o Sol com a Canicula , como com qualquer outra constellação , nestes dias dos Caniculares. Dizemos que está lá ; não porque esteja , mas porque olhando-o de cá , corresponde a esse lugar do Ceo ; mas está tão longe dessa constellação , como de todas as outras. Pelo que deveis observar , não a folhinha para saber quando começam os Caniculares , mas sim as calmas e outras dis-

disposições do tempo , para saber se convém , ou não entrar em cura. Isto he o que eu entendo ; vós segui o que melhor vos parecer , que sois Medico de profissão : lá vos governai.

Silv. Como me creei Medico Peripatetico , hei de morrer com todos estes abusos ; e em Canicula só por grande necessidade farei remédio forte.

Eug. Isto he constancia louvavel.

Theod. Os homens não hão de ser faceis de variar. E assim insensivelmente prolongámos a conferencia muito mais do que eu queria , attendendo a que Silvio ainda não descansou da sua jornada.

Silv. Pequena foi , e com commodo ; mas he preciso retirar-me a casa : á manhã virei ao Eclipse. Deos queira que o Luar desta noite me não prejudique.

Theod. Ide sem susto , que a Lua não he basilisco , nem dá olhado : vinde sedo , para que quando chegar o eclipse já tenhamos acabado a conferencia.

Silv. Obedecerei como devo.

TARDE XXX.

Do Sol, e da Lua em particular.

§. I.

Do Sol, e da sua natureza, figura, grandeza, pezo, densidade, manchas, e atmosfera.

Silv. **C**ontra a experiencia não ha argumento.

Theod. Pois que ! que he isso, Silvio ? que vos acontece ?

Silv. Agora venho de casa do nosso amigo o Commendador, que fica bem mal com humma apoplexia, que lhe deo esta manhã: he dia de Lua cheia, e além disso de eclipse, que dizem será mui grande ; e ainda haveis de dizer que os eclipses, e as Luas não influem nos corpos !

Theod. Mal estamos nós, Eugenio, que havemos de supportar em pezo toda a maligna influencia da Lua no tempo do eclipse: desgraçados dos Astronomos ! Hoje cahirão apopleticos mais de tres mil por todo o mundo ! Dizei-me, Silvio, e tivestes cuidado de perguntar que ceou hontem esse enfermo ? que modo de vida tinha ? que disposições tinha tido nos dias antecedentes ?

Silv.

Silv. Já andava ameaçado dias antes com humas vertigens mui peizadas ; mas a primeira deo-lhe dous dias depois da Lua nova : vedes como á Lua se deve tudo attribuir ! e hontem teve hum grande indigestão procedida de desordem no comer.

Theod. Ahi tendes o verdadeiro eclipse , que lhe fez mal.

Eug. Sempre o eclipse he mais activo que a Lua nova , porque esta fez-lhe só hum vertigem , e gastou dous dias em a causar ; e o eclipse , muitas horas antes de chegar , lhe causou logo hum apoplexia.

Silv. Não repareis nisso , Eugenio , porque he cousa sabida que as Luas obráo até tres dias antes , ou tres depois : com que , bem podemos sem escrupulo attribuir á Lua nova a primeira vertigem.

Theod. E por essa regra todas as mais vertigens , e quantas facadas se dão , e furtos se fazem , e quantos males succedem , podeis attribuir á Lua ; porque como de sete em sete dias ha Lua , em se acabando os tres dias depois da Lua nova , em que ella tem jurisdicção , entráo os tres dias antes do quarto crescente , nos quaes já ella domina ; e temos todos os dias occupados com a jurisdicção da Lua : terrivel Astro !

Sil. Deixemos isso : que temos nós que discurrir esta tarde para a intelligencia do eclipse ?

Theod. Hontem fallámos do Ceos , e dos Astros em commum ; alguns já conheceis pelos

los seus nomes e figuras : já sabeis que todos os Planetas são escuros de si , e opacos ; que o Sol he quem reparte com elles a luz com que resplandecem ; porém ainda não basta isto , muito mais falta : vamos hoje considerando em particular esses mesmos Astros , para conhecerdes a causa dos effeitos que vemos. O Sol tem o primeiro lugar. He hum corpo luzido e brilhante de si mesmo : a sua natureza ou he fogo puro , ou muito semelhante ao nosso fogo ; porque vemos que produz os mesmos effeitos. O fogo queima , aquece , e dá luz ; e tudo isto faz o Sol : e se juntamos com o espelho ustorio os seus raios , achamos inteiramente os mesmos effeitos , que no fogo terrestre ; tanto assim , que alguns corpos calcinados á força dos raios do Sol sahem com maior pezo , assim como calcinados á força do fogo terrestre , como já vos disse n'outra occasião (1) ; o que assás persuade serem da mesma , ou mui semelhante natureza as particulas que causão o calor do Sol , e as que causão o calor do fogo : por quanto , assim como as mesmas particulas do lume espalhando-se , e mettendo-se pelos corpos que encontrão , os fazem aquecer ; assim as mesmas particulas do Sol espalhadas pelo espaço que occupão os seus raios , são as que causão calor nos corpos que aquentão , introduzindo-se nelles , como largam.

(1) Tom. III. Tard. X. §. 3.

gamente disse n'outra occasião (1). Alguns dizem que esta he a *Região do Fogo* ; pois lá onde alguns a punhão , que era em redondo sobre a região do ar , já nós dissemos que era impossivel que estivesse (2). Mas deixemos isso , vamos a cousas mais importantes.

Sily. Sim , deixemos esse ponto , que ainda não meditei nelle.

Theod. O Sol tem hum volume mui grande , ainda comparado com todos os Planetas juntos : de forte que , exceptuando os Satelites (de cuja grandeza se não sabe nada com exacção) se ajuntarmos todos os Planetas , entrando tambem a Terra e a Lua , ficará hum volume 571 vezes mais pequeno que o Sol. Comparando porém o Sol com a Terra , de cuja grandeza podemos ter mais clara idéa , achamos que o Sol tem hum diametro quasi 113 vezes maior que o da Terra. E porque tereis gosto de que reduza estas medidas a leguas Portuguezas , dando nós 2062 leguas ao diametro da terra (3) , vem a ter o Sol de diametro (232 . 670) duzentas e trinta e duas mil , feiscentas e setenta leguas Portu-

(1) Tom. III. Tard. XI. §. 1.

(2) Tom. III. Tard. XI. §. 4.

(3) Cada gráo de circulo maximo da Terra , conforme o nosso Cosinografo mór , e outros bons Authores , tem 18 leguas Portuguezas (das Hespanholas são só 17 e meia) e por isso tem o diametro 2062.

tuguezas. Aqui tendes o diametro : vamos agora á superficie. Comparando-a com a da Terra , fica por este calculo 12.732 vezes maior (1) : e reduzindo-a a leguas quadradas , são (170 ; 202 ; 188 . 374) cento e setenta mil , duzentas e dous contos , cento e oitenta e oito mil , trezentos e setenta e quatro leguas. Advirto que eu fallando de leguas , uzo das Portuguezas , porque são mui diversas no tamanho das de outras Nações. Só resta agora dizer o volume do Sol , por comparação ao da Terra. Sabei pois que he (1 : 435 . 025) hum conto , quatrocentas e trinta e cinco mil , e vinte e cinco vezes maior que o volume da Terra. Tambem advirto que nas distancias dos Planetas figo os calculos de La Lande (2) depois das observações da passagem de Venus pelo disco do Sol : observações , que nos derão bem a conhecer a theorica admiravel dos movimentos dos Astros , e que servirão de corrigir os antigos , que seguirão medidas diversas (3).

Eug.

(1) Eu costumo nas contas grandes para facilitar a leitura , pôr no numero de *mil* hum ponto . ; nos *contos* dous pontos : ; no *milhar de conto* ; e no *conto de contos* isto : :

(2) Conhecimento dos tempos para o anno 1774. 1776. &c.

(3) Na primeira impressão deste Tomo segui os calculos de Gravefande , que hoje não tem merecimento depois das novas observações.

Eug. Não me admiro dessa variedade, admiro-me de que se possa saber tanto.

Theod. Pelo discurso destas conferencias talvez que façais algum conceito do modo com que estas cousas se sabem. Conhecido o tamanho do Sol, vamos a determinar o seu pezo e densidade.

Eug. Isso nunca esperei eu, que os homens tivessem a felicidade de o conseguir.

Silv. Nem eu, que tivessem o atrevimento de o intentar. Ora dizei, Theodosio, e de que balanças se servirão os homens para pezarem o Sol?

Theod. Das da razão, que a quem as sabe manejar, servem de muito. N'um dia destes, que se seguem, vos direi o modo com que se pôde averiguar o pezo dos Astros: agora não o digo, por não perturbar a serie que pertendo levar nesta explicação: lembrai-mo, Eugenio. Continuando pois o que dizia do pezo absoluto, ou de quantidade da materia que ha no Sol, dão-lhe pelas observações e calculo hum pezo ou quantidade de materia (365 . 412) trezentas e sessenta e cinco mil, quatrocentas e doze vezes maior que a da Terra toda; porque ainda que o seu volume he 1 : 435 . 025 vezes maior que o da Terra, não he tão denso como ella, e he perto de quatro vezes especificamente mais leve. Eu vos explicarei a seu tempo o modo de examinar o pezo e densidade dos Planetas (1).

Eug.

(1) Tarde XXXIII. §. 4. no fim.

Eug. Não me esquecerá o lembrar-vos a maior explicação d'elle modo de examinar , e como fazer anatomia nos Astros do Ceo.

Theod. Pelo que pertence á figura , he de globo , ainda que á vista parece hum corpo plano e claro ; e o fundamento , por que se crê que tem a figura de globo , ou esfera , vem a ser este. Se o Sol fosse de outra qualquer figura que não fosse globo , quando elle se fosse voltando em redondo , como se volta , nem sempre nos havia de offerecer huma face circular , qual testemunhão sempre os nossos olhos.

Sily. E por onde nos consta a nós que elle se volta em redondo ?

Theod. Descobrem-se no Sol algumas manchas escuras , as quaes vão sempre passando de huma parte para a outra ; e passados dias , tornão a passar. Este movimento manifesta que o Sol se revolve sobre o seu eixo á maneira de peão. E todas as circumstancias deste movimento concordão com o movimento de huma esfera sobre si ; porque na face do Sol estas manchas nem sempre apparecem com a mesma distancia entre si ; quando estão no meio , sempre tem maior distancia apparente , que quando se chegão para as bordas , ou *Limbo* do Sol. (Tomai sentido nestes nomes , que são termos proprios da materia). Ora sendo o Sol huma bola , que tivesse varias manchas , sempre em igual distancia , as que nós vís-

se-

femos defronte , haviamos de vellas com maior separação , e maiores , que as que vissemos de ilhargá ; porque havião de parecer mais estreitas , e mais chegadas entre si , como he bem manifesto. Pois assim succede no Sol ; e pela mesma razão , as manchas , que passão pelo meio , correm com mais velocidade , que as que passão mais affima , ou mais abaixo do meio ; porque como hão de dar volta maior , por conta do maior bojo , e sempre ha de ser no mesmo tempo , em que todas dão volta , devem forçosamente andar mais depressa.

Eug. Tudo deve assim ser , supposto o Sol ser esferico , e mover-se á roda de si mesmo.

Silv. E essas manchas não poderão ser engano da vista , ou alguma poeira dos Telescopios ?

Theod. Vinde-vos certificar com os vossos olhos antes que o Sol se esconda no Horizonte , porque esta manhã vi eu no Sol sete manchas bem distinctas , e ainda se hão de ver.

Eug. Tantas ! e são sempre as mesmas ?

Theod. A's vezes apparecem muitas , outras menos , outras vezes nenhuma : este anno em 10 de Abril lhe contei eu sincoenta e huma , e algumas erão bem grandes ; nunca o tinha visto tão manchado. Vinde , Silvio , defenganar-vos.

Silv. Sempre me fica o escrupulo se será mancha do vidro , e que pareça que he no

Sol ; e me confirmo mais com o que dizeis , que nem sempre são as mesmas.

Theod. Aqui tendes o Telescópio apontado , e defendido com hum vidro verde e defumado , que he o melhor modo que ha para observar o Sol vedes?

Silv. Vejo-o clarissimamente , e lá percebo humas tres nodoas.

Theod. Reparai bem que essa mais de cima são duas juntas , e a de todo baixo são quatro pequeninas , que se confundem . . . agora as vereis melhor , porque vos puz o Telescópio no ponto da vossa vista.

Silv. Lá percebo que são dous montinhos de nodoas mais pequenas ; mas não distingo quantas são : e quem me diz que isto não he do oculo?

Theod. Se forem do oculo , em vós bolindo com o oculo , tambem ellas se hão de mover : ora movei-o levemente , para não perder de vista o Sol.

Silv. Ellas não se bolem : já vejo que não são do oculo. Vede , Eugenio.

Theod. Amigo , estas cousas quando se dão por certas , não he sobre conjecturas. Vedes , Eugenio?

Eug. Vejo-as muito bem.

Theod. Basta : vamos cá para dentro. Sobre estas manchas do Sol ha varias opiniões entre os Astronomos , tanto sobre o lugar , como sobre a natureza : alguns se lembrarão se ferião Satelites , que andassem á roda delle ; porém isto não he verosimil , porque
as

às vezes de repente apparecem no meio do Sol algumas manchas , outras vezes de repente desapparecem ; o que hoje assentão communmente he , que são nuvens grossas e espessas , que se levantão da superficie do Sol , como as nossas nuvens da superficie da terra ; por isso às vezes de repente se dissipão ; outras vezes sendo mui miudas e imperceptiveis , se ajuntarão no meio da sua face , e será de repente visivel a mancha. Como porém em quanto se não desfazem sempre seguem o movimento commum de huma parte para a outra , provão sempre a constante *rotação* , ou *vertigem* do Sol. Outra duvida ha sobre o lugar. Alguns querem que estejam como pegadas na superficie do Sol , porque não tem *paralaxe* , (eu explico esta palavra) quero dizer , que vendo-se a mesma mancha de diversos lugares , v. g. d'aqui e de París , sempre corresponde ao mesmo ponto do Sol ; e se ella estivesse cá mui distante , vendo-a de huma parte , corresponderia á borda , ou limbo do Sol ; e vendo-a ao mesmo tempo de outra terra , corresponderia a outra parte , não tão chegada á borda , ou limbo ; assim como , porque Silvio dista da parede fronteira , a sua cabeça vista d'aqui corresponde-me á esquina daquelle mappa , e a vós , Eugenio , ha de corresponder ao meio d'elle.

Eug. Assim he ; e isto he que chamão *paralaxe*?

Theod. Sim ; e observai que quanto mais se-

parado estiver Silvio da parede, maior ha de ser a distancia dos lugares a que a sua cabeça corresponde, vendo-a nós destes lugares, em que estamos sentados; se ella distasse 3 palmos da parede, pouca seria a differença: perdoai-nos, Silvio, sentai-vos lá quasi encostado á parede; e vós, Eugenio, ficai quieto.

Sily. Com muito gosto vos sirvo.

Eug. A mim corresponde a vossa cabeça á moldura do mappa, meio palmo distante da esquina.

Theod. E a mim hum palmo; em pouco vai a differença; por isso he pequena a paralaxe, e a distancia real de Silvio á parede. Eis-aqui porque muitos julgão que as manchas do Sol estão pegadas nelle. Porém Wolfio se persuade, e com fundamento, que não pôde isso ser assim, porque então, quando as manchas voltassem com o Sol á roda do seu centro, tanto tempo serião visiveis, andando na face voltada para nós, como invisiveis, andando na face contraria; e isto não succede assim, porque tardão em apparecer perto de tres dias (1).

Sily. Não percebo como d'ahi se infere, que as manchas estejam separadas do Sol.

Theod. Deste modo. Eu vos faço aqui com o lapis huma figura (*Estamp. 1. fig. 4.*) seja este globo S o Sol, neste circulo de pontinhos e o a andem as manchas. Isto supposto, he verdade que tanto tempo hão de

gaf-

(1) Elem. Astron. §. 413.

gastar na meia volta de cá , como na meia volta opposta ; porém como andão algum tanto affastadas do corpo do Sol , e não se podem ver senão correspondendo á nossa vista sobre o Sol , tanto que escaparem della , ficão invisiveis ; e assim em quanto a mancha andou de *e* até *a* , hia aquella nodoa negra encubriendo o Sol , e via-se ; tanto que escapou de *a* , ninguém a vio até tornar a apparecer em *e*. Deste modo fica bem claro , que muito mais tempo ha de estar a mancha invisivel , do que visivel ; o que não seria assim , se estivesse pegada á superficie do Sol ; porém nunca esta distancia será muita , porque então haveria a paralaxe , que já vos expliquei.

Sily. Tenho percebido.

Theod. Do que tenho dito se infere que o Sol á roda de si tem tal ou qual *atmosfera* , que corresponde ao nosso ar ; porque aliás onde se havião de sustentar estes vapores , ou nuvens , ou fumos que o encobrem ? Nós sabemos que os vapores da terra se levantão pelo pezo do ar , e nelle se sustentão , não obstante pezarem para a Terra , como se vê quando se ajuntão e chove ; também tudo o que houver nas vizinhanças do Sol deve pezar para elle ; e deve haver por boa razão algum fluido , em que nadem essas nuvens. Em humas Cartas fysicas , que hei de publicar , vos direi que estas nuvens são da materia opaca , em que se sustenta a chamma que brilha no Sol.

§. II.

*Dos movimentos do Sol , e da sua distancia
a respeito da Terra.*

Eug. **D**O movimento do Sol todos os que tem olhos podem testificar; porque he bem notorio que em vinte e quatro horas se move de Nascente para Poente.

Theod. Esse he o primeiro movimento que os Astronomos considerão no Sol, que tambem he commum a todos os Astros, os quaes com os Ceos sensivelmente se revolvem no espaço de hum dia. Porém este movimento, dizem os Copernicanos, que só he na apparencia, porque na realidade o Sol está quieta, e a terra he a que se move á roda do seu eixo; e assim como quando vamos embarcados nos parece que os rochedos nos vão fugindo para trás, sendo certo que elles ficão immoveis, e nós somos os que vamos andando para diante; assim dizem os Copernicanos, que succede entre a terra e o Sol. A terra dizem que he como hum grande e universal navio, que se move de Poente para Nascente em 24 horas, e os homens cuidão que os Ceos e Astros todos se movem de Nascente para Poente. Porém deste ponto fallaremos outro dia largamente (1). Além desse movimen-

to

(1) Tarde XXXII. §. III.

to commum , a que se chama *diurno* , porque se completa em hum dia , tem o Sol outro movimento proprio , que he de Poente para Nascente , correndo os 12 *Signos* , que são doze Constellações do Ceo , a que elle successivamente vai correspondendo : de sorte que , se hoje o Sol quando nasce corresponde no Ceo a huma determinada estrella v. g. da constellação de *Gemini* , á manhã quando nascer já ha de ser depois de sahir do Horizonte essa estrella , porque entre tanto andou o Sol para o Oriente quasi hum grão ; d'aqui a 30 dias já o Sol ha de corresponder a outra constellação , a que chamão *Cancer* ; e assim pelos doze mezes vai correspondendo ás doze constellações , que chamão *Signos*. Estas 12 constellações juntas fórmão huma cinta , que rodea todo o Ceo , a que chamão *Zodiaco* ; e deste modo em 365 dias , 6 horas , 9 minutos , e 14 segundos , tem o Sol corrido com o seu movimento proprio todo o Ceo em redondo. Se me não percebeis de todo , pelo discurso das conferencias me perceberéis melhor , que ainda havemos de tornar a fallar nisto. Ora este movimento tambem he apparente na opinião dos Copernicanos , porque dizem que o Sol está fixo , e a terra (além de se revolver como hum peão sobre o seu eixo em 24 horas) tambem dá hum passeio vagaroso á roda do Sol no espaço de hum anno inteiro. Como isto possa ser , vos explicarei de vagar ,

gar , quando fallar deste systema ; explicando-vos o admiravel jogo dos Astros entre si. Agora só quero tratar de cada hum em particular.

Eug. Como vós sabeis o que me haveis de dizer , reservai lá as doutrinas para o lugar mais opportuno.

Theod. Além destes dous movimentos tem o Sol o terceiro , que chamão de *Vertigem* ou rotação : e neste concordão todos que he verdadeiro , e que na realidade o Sol se move á roda do seu proprio centro. Este movimento que (como ha pouco disse) se conhece pelas manchas , que vão sempre passando de huma parte para outra , gasta 25 dias e meio. Advirto porém que o eixo do Sol (isto he , a linha que se considera passar pelo seu centro , e terminar nos dous pólos sobre que se revolve) não fica a prumo a respeito do plano da *Eclitica*. Eu me explico. Se no meio desta meza redonda puzermos a terra , e considerarmos pela borda da meza os doze Signos , pelos quaes o Sol se move no espaço de hum anno , para representar bem o seu movimento , havemos com hum arame atravessar hum laranja , ou qualquer bola , e ao passo que formos andando com ella pela borda da meza , havemos de ir revolvendo o arame entre os dedos , para que a laranja se volva sobre o seu proprio eixo. Digo agora que este arame não deve andar a prumo sobre a meza , mas hum pouco

co inclinado , de forte que faça com a meza (que corresponde ao que chamão os Astronomos Plano da Eclitica) hum angulo de 88 grãos e meio. Isto he o que por agora podeis saber sobre o movimento do Sol ; agora vamos á sua distancia.

Eug. Creio que ha de ser disformemente grande.

Theod. Sobre a distancia dos Planetas não pôde haver tanta certeza , como sobre os seus movimentos ; porém dir-vos-hei a opinião que reputo por mais segura , e he a que segue Mr. de la Lande (1) depois das observações da passagem de Venus. Digo pois , seguindo este calculo , que o Sol dista da Terra (25 : 028 . 409) vinte cinco contos , e vinte e oito mil , quatrocentas e nove leguas Portuguezas. Isto he a distancia media.

Eug. Bem dizia eu que havia de ser disformemente grande.

Theod. Adverti logo , que esta distancia nem sempre he a mesma ; porque a Terra não fica no centro da elipse por onde se move o Sol , nem o Sol no centro da elipse por onde se move a Terra (fallando no systema dos Copernicanos). Dista pois do meio desta elipse (420 . 478) quatrocentas e vinte mil , e quatrocentas e setenta e oito leguas. Esta distancia ou do Sol , ou da Terra ao verdadeiro centro da Orbita do Planeta que

gi-

(1) Conhecimento dos tempos para o anno 1776.

gira , conforme os diversos systemas , se chama Excentricidade ; e tanto vale o que cresce a distancia do Sol á Terra , quando he maxima , como o que se diminue da media , quando he minima. Porém se quizerdes comparar a distancia maxima com a minima , a differença importará duas excentricidades : e assim importa (841 . 956) oitocentas e quarenta e hum mil , novecentas e cincoenta e seis leguas. E basta de medidas ; vamos aos eclipses do Sol.

Sily. Se vós o pudesseis medir a palmos , não estaries com tantas miudezas.

§. III.

Dos Eclipses do Sol.

Theod. **O** Eclipse , que se chama do Sol , verdadeiramente he eclipse da Terra ; porque se eclipse he obscuração , a Terra verdadeiramente he que padece obscuração , porque cahe nella a sombra que lhe faz a Lua , quando se mette entre nós e o Sol. Vós já sabeis que cousa he Lua Nova ; e que succede quando está a Lua entre nós e o Sol , voltando para elle a sua face illuminada , e para nós a escura.

Eug. Bem me lembro do que hontem nos dissestes ; e da experiencia da bola , que pendurada fizestes andar á roda da minha cabeça defronte da véla acceza , que figurava o Sol.

Theod.

Theod. Supponde agora que , estando nós olhando para o Sol , passava a Lua por entre nós e elle , havia-nos de tirar a vista do Sol ; e isto he eclipse : se tirasse a vista de todo o Sol , chamariamos a isto eclipse total : se se demorasse algum tempo o Sol todo escurecido , era total com *mora* , ou detença : se tanto que a Lua chegasse a encubrir a ultima borda do Sol logo descobrisse a primeira da outra parte , era total sem *mora* : se a Lua não passasse bem pelo meio , mas encubriendo huma parte do Sol deixasse sempre descoberta a outra parte , chamariamos a esse eclipse parcial. Tudo isto he facil de entender.

Eug. E muito facil.

Theod. Vamos agora explicando isto miudamente. Em primeiro lugar não pôde haver eclipse do Sol , senão em Lua Nova ; porque só na Lua Nova , quando ella volta para nós a face escura , he que pôde acontecer passar a Lua por entre nós e o Sol. Eis-aqui porque S. Dionysio Areopagita (segundo se diz) sendo ainda Gentio , suspeitou a morte do Creador , sem ter noticia nenhuma do que se passava em Jerusaleem ; pois quando Christo Senhor nosso padecoe , exclamou elle : *Ou o mundo todo se desmancha , ou o Author do Universo padece* ; porque vio hum eclipse total do Sol no dia da Lua Cheia ; e a ser assim , ou se tinha desordenado o Universo , ou era eclipse milagroso ; e só para demonstração de que pade-

decia o Author da natureza se faria semelhante signal.

Eug. Discorria bem , porque elle esperava a Lua de huma parte , e o Sol da outra , como costuma succeder em todas as Luas cheias , em que quando se põe o Sol , então he que nasce a Lua ; e achava a Lua escurecendo o Sol ; tinha razão de se admirar. Mas por este modo creio eu que todas as Luas novas haverá eclipse do Sol.

Theod. Não succede isso assim ; porque a Lua humas vezes escapa por huma parte , outras escapa por outra ; e só quando passa bem por entre nós , e o Sol , he que o encobre , e temos eclipse. Logo vos darei mais luz sobre este ponto. Vamos ás demais circumstancias. A outra circumstancia , que deveis observar nos eclipses do Sol , he que não são iguaes para todas as terras , nem ao mesmo tempo , nem geraes. A's vezes temos eclipse do Sol em Hespanha , mas não na Africa ; outras vezes he total em Galiza , e parcial em Lisboa ; outras , quando o vemos aqui , ainda não começou n'outras partes.

Eug. Quero saber a razão de todas essas circumstancias.

Theod. A Lua he hum corpo opaco , e faz sombra ; ora como a Lua vai andando , a sombra vai passando ; e quando esta sombra dá na Terra , vai a sombra correndo successivamente as Cidades , que encontra no seu caminho ; e primeiramente ha de passar por hu-

humana , depois por outra , &c. a Cidade , onde der a sombra , que faz a Lua , em quanto ahi der a sombra , não pôde ver o Sol , e para essa Cidade estará eclipsado todo esse tempo ; mas ainda se verá o Sol na outra Cidade mais adiante , aonde ainda não chegou a sombra da Lua ; por isso ouvireis dizer , começou o eclipse do Sol ás 8 horas nesta Cidade , e ás 8 e meia na outra.

Eug. Isso he evidente.

Theod. Tambem d'aqui se infere , que o eclipse total do Sol só por milagre pôde ser geral em toda a Terra ; porque assim o Sol , como a Terra , são muito maiores que a Lua. Supposto isto , ponha-se a Lua onde quizer , nunca ha de prohibir que passem raios do Sol para toda a Terra : se não derem n'uma parte , lá hão de dar n'outra ; porque sendo hum corpo mui pequeno mettido entre dous muito maiores que elle , não pôde embaraçar que se vejam ; e em a Terra podendo ver o Sol , já está alumia-da nessa parte que o vir. Tambem nunca pôde ser geral em toda a Terra o eclipse parcial do Sol , pela pequenez da Lua a respeito da Terra , e estar muito perto della. Pela mesma razão , os eclipses do Sol não são iguaes para todas as partes onde ha eclipse ; porque , supponhamos que a Lua está de tal sorte posta entre nós e o Sol , que o encobre todo , e faz hum eclipse total ; os que estiverem d'aqui 30 leguas pa-
ra

ra o Norte , já poderão ver alguma parte do Sol da banda do Norte ; e os que estiverem 40 leguas ao Norte , descobrirão já muito maior porção do Sol ; e tanto poderão distar de nós , que já lá das suas Terras descobrirão todo o Sol. Aqui vedes como o eclipse do Sol não he igual em todos os lugares onde o ha.

Eug. Huma comparação me occorre agora , que talvez não seja impropria. Quando no Ceo andão algumas nuvens soltas , acontece estar para nós o Sol encuberto , e veremos os montes da banda d'além cheios de Sol.

Silv. A's vezes ainda em menor distancia observamos isso. Vejo muitas vezes as campinas proximas á minha quinta com bello Sol , e as minhas casas á sombra da nuvem , que brevemente passa , e me deixa ver o Sol.

Theod. Ahi tendes hum eclipse tão verdadeiro como o da Lua , mas irregular , e sem periodo certo ; porque só a differença está em ser a Lua , ou ser a nuvem quem encobre o Sol , e essa mesma comparação declara como não succede o eclipse ao mesmo tempo em todas as Terras , porque vai correndo a sombra da Lua , assim como vai correndo a sombra da nuvem. Mas adverti que , assim como onde dá a sombra da nuvem não se vê nada do Sol , e todo se encobre ; tambem onde dá a sombra da Lua , todo o Sol se eclipsa.

Eug.

Eug. E como succede o eclipse parcial?

Theod. Forma-se pela *Penumbra* do Sol. Não sabeis que cousa he *Penumbra*; eu vo-lo explico; mas deixai-me debuxar aqui hum figura, para me entenderdes melhor Aqui tendes esta figura (*fig. 5. Estamp. 1.*) *Est. 1.* em cima está o Sol *S*, no meio a Lua *H*; *fi. 5.* e como o Sol he muito maior que a Lua, a sombra que ella faz cá para baixo, ha de ser pyramidal; e quanto mais distar da Lua, tanto mais estreita ha de ser. Supponde vós que a linha *f p R q* he hum campo por onde o homem vai passando: em quanto caminhar de *f* até *p*, ha de ver todo o Sol, porque vê desde a borda ou limbo *g* até ao outro limbo *b*; só quando o homem passar de *p* para dentro, he que a Lua lhe ha de encubrir parte do Sol; e tanto mais lhe ha de encubrir o Sol, quando elle se chegar para *R*: chegando a esse ponto, não vê nada do Sol; e temos eclipse total; porém passando de *R* para diante, já ha de descobrir o limbo *b*; e cada vez ha de ir vendo maior porção do Sol, até que chegando a *q* descobrirá a borda do Sol *g*. He isto claro?

Eug. Como a mesma luz do Sol.

Theod. Aqui tendes agora onde podeis perceber tudo o que vos tenho dito. A sombra da Lua vai desde *H* até *R*, tudo o que ahi entrar ficou em eclipse total; se a Terra ficar na linha *a i u e*, ha de haver eclipse total com detença; porque como ahi a sombra

bra tem sua grossura , em quanto ella passar pelo homem , que estiver quieto , algum tempo se ha de gastar ; e todo esse tempo durou o Sol em eclipse total. Porém se a Terra estiver mais longe da Lua , (por quanto haveis de saber que a Lua humas vezes anda mais perto de nós , outras mais longe) se a Terra , digo , estiver mais longe da Lua , e corresponder á linha $f p q$, como a pyramide da sombra toca com a sua ponta R nessa linha , fará na Terra hum nodoa de sombra mui pequena ; e como vai passando , tanto que o homem que observa o Sol entrar na sombra por huma parte , logo sahe della pela outra : e temos eclipse sem detença : porém por todo o espaço , que vai de p até q , ha de haver eclipse do Sol parcial , porque todo esse espaço occupa a *Penumbra* do Sol. Portanto *sombra do Sol he falta de toda a luz do Sol* ; e só dá naquelles lugares , donde senão vê nada do Sol. *Penumbra do Sol he falta só de alguma luz , que sahe de algumas partes do Sol , mas não de toda a luz* ; e dá em todos aquelles lugares , dos quaes se vê parte do Sol , porém não todo ; como v. g. de p até R , ou de R até q , porque de nenhuma dessas partes se vê o Sol todo ; e como se não vê todo o Sol , não póde estar tão claro esse terreno , como aquelle , aonde forem parar os raios que sahem de qualquer ponto do Sol.

Eug. Visto isso , fallando propriamente , quando

do ha eclipse do Sol parcial não estamos na sombra da Lua, mas na sua *Penumbra*?

Theod. Dizeis bem ; ainda que muitas vezes os Astronomos não fallão com todo o rigor ; e chamão *sombra* á mesma *Penumbra* que causa a Lua. Falta explicar o eclipse do Sol *anular* : isto he, quando o Sol fica como hum annel de luz, negro no meio.

Eug. Nunca vi nenhum assim.

Theod. São muito raros : e succede quando a Lua fica bem na linha, que vai de nós até o Sol, e não o encobre todo, mas sómente o meio, deixando as bordas em redondo descobertas, como nesta figura, que aqui faço (*Estamp. 1. fig. 6.*).

Est. 1.
fig. 6.

Eug. Admiro-me de que estando a Lua correspondendo bem ao centro do Sol, não o tome todo, assim como quando ha eclipse total.

Theod. Com razão vos admirais. Mas reparai : hum corpo, que se vos põe diante dos olhos, encobre-vos os objectos que ficão na direitura da mesma linha fronteira aos olhos ; v. g. este chapeo, posto entre a minha cara e a vossa, faz que vós me não vejais o rosto ; se o chegardes mais para vós, encubrir-vos-ha parte da parede ; e quanto mais o fordes chegando, maior ha de ser o campo da parede, que vos occulte á vista ; e tanto o podereis chegar aos olhos, que vos não deixe ver nada desta parede, a que estou encoestado.

Eug. Tudo isso assim he.

Theod. O mesmo succede com a Lua : quan-

do está entre nós e o Sol , sempre nos encobre alguma parte delle ; se está muito perto de nós , encobre-nos todo o Sol , e grande parte do Ceo em redondo ; tanto , que he necessario passar tempo para o principiarmos a ver : se está mais afastada , sim encobre todo o Sol , mas quasi ao jutto ; qualquer cousa que ella se mova , ou o Sol , nos deixará ver alguma borda : mas se está muito longe de nós , parece mui pequena , e não pôde abranger todo o Sol ; só encobre o centro , e deixa ver as bordas.

Est. 1, Nesta mesma figura (*fig. 5. Estamp. 1.*),
fig. 5. que vos mostrei , vos quero apontar o sitio , em que ha de haver eclipse annullar. Estando a terra mui distante da Lua , v. g. nesta linha *n m o* , quem estiver em *m* , ha de ver o Sol como hum annel ; porque ha de descobrir a borda *b* , e ao mesmo tempo a borda *g* do Sol , e não o centro. Mas estes casos só succedem quando a Lua vai tão alta , que a sua sombra não chega á terra , como nestes casos em que vedes , que para em *R*. E adverti de caminho huma cousa , que a sombra da Lua quanto mais dista della , tanto mais estreita he ; mas a sua Penumbra então mais se alarga , como vedes evidentemente. Isto pôde servir para desvanecer alguma equivocação.

Eug. Advertistes bem : assim he.

Theod. O que falta por ora para dizer sobre os eclipses , he o modo de saber quantos di-

digitos se hão de escurecer do Sol neste, ou naquelle determinado eclipse. *Digito* do Sol he a parte duodecima do seu diametro. Costumão os Astronomos dividir tanto o diametro do Sol, como o da Lua em doze partes iguaes, e cada huma dellas chamão *digito*. Portanto, para saber quantos digitos do Sol se hão de escurecer, he preciso dar algumas noticias primeiro; ficarão para seu tempo. Vamos a tratar da Lua.

§. IV.

Da Lua, sua grandeza, pezo, densidade, e dos seus montes, atmosfera, e habitantes.

Eug. A Lua, pelo que me tendes dito, já sei que he hum globo opaco, e muito menor que a Terra: sendo que os olhos julgarião que era do tamanho do Sol, que vós já dissestes ser 1 : 435 . 025 vezes maior que a nossa Terra.

Theod. A grande diversidade da distancia, em que estão esses astros, he a causa de que pareção do mesmo tamanho, sendo em si tão desiguaes.

Eug. Assim deve ser necessariamente.

Theod. He porém a grandeza da Lua muito inferior á do Sol, e tambem inferior á da terra. Comparando os diametros da Terra e da Lua, acha-se que são entre si como setenta e quatro a respeito de vinte; de

forte que vem a ter a Lua 563 leguas das nossas no seu diametro, que he pouco mais da quarta parte do diametro da Terra : por conseguinte , comparando as duas superficies da Terra e da Lua , tem a terra hum superficie treze para quatorze vezes maior que a da Lua. Ultimamente os volumes, se os compararmos entre si , tem a Terra hum volume , ou grandeza , quarenta e nove vezes maior que a da Lua. Porém o pezo não he só quarenta e nove vezes maior , porque a Terra he mais densa que a Lua. Comparando pois o seu pezo com o da Lua , o pezo da Terra excede o da Lua 71 vezes , e alguma cousa mais ; e por conseguinte comparando a gravidade especifica , ou densidade da Terra , com a da Lua , tem a mesma proporção sensivelmente que 71 a 49 ; isto he , que tomando dous volumes iguaes da materia da Lua , e da materia da Terra ; se esse pedaço de terra pezar 71 onças , ou arrobas , o pedaço da Lua ha de pezar 49 onças , ou arrobas com pouca differença (1). Eu vos direi a seu tempo como estas contas se fazem ; e vereis que

(1) Mr. de la Lande no Conhecimento dos tempos para o anno 1774. pag. 241. Veja-se tambem a pag. 283. onde diz , que se deve reformar a Taboa das dimensões dos Planetas , que se acha no segundo tomo da sua Astronomia da edição de 1771. na pag. 158. A mesma Taboa reformada se acha no Conhecimento dos tempos dos annos seguintes.

que não são arbitrarías , mas por calculo admiravel : affim vós tivesséis instrucção para me entenderdes nos termos proprios. Fallemos agora da materia da Lua. Já vos disse que era opaca e escura , não obstante alguns dos antigos Filósofos dizerem que era da natureza do fogo : ou não reparavão nos eclipses , ou não discorrião bem ; posto que algum fundamento tinhão para lhe dar huma luz morta e mui fusca : pois quando a Lua entra totalmente no eclipse , ou na sombra da Terra , ainda se vê mui bem , e parece ás vezes aos olhos algum tanto avermelhada ; e nos dias proximos ao da Lua nova se vê , ao menos com o Telescopio , a face escurecida banhada de huma luz escura e froxa.

Silv. Bem dizia eu que ella alguma luz tinha de si : ahi se vê bem manifestamente.

Theod. Esperai, Silvio : esta luz escura , que se vê na Lua eclipsada , não provêm de que a Lua tenha luz propria : tem diversos principios. No que respeita á Lua , quando está proxima ao dia da Lua nova , a luz pállida , que se vê na face escurecida , provêm do reflexo dos raios do Sol , que dão na nossa terra. Supponde que o Sol está aqui em cima de nós , a Lua sendo proxima ao dia , em que se chama *Nova* , não pôde distar muito do Sol para os lados : esta Terra tambem he opaca , e todo o corpo opaco reflecte a luz , mais ou menos , conforme elle he : dando pois o
Sol

Est. 1.
fig. 5.

Sol de chapa na terra , os raios hão de reflectir em grande parte para cima ; e como nessa linha encontrão a Lua , hão de banhalla de alguma luz branda ; assim como na Lua cheia os raios de Sol , dando de chapa na Lua , reflectem para nós. Vede a mesma figura (*fig. 5. Estamp. 1.*) , que servio para vos explicar o eclipse do Sol , o qual sempre acontece em Lua nova. Se a Terra estiver na linha *n m o* , os raios do Sol *S* , que vem de cima , dão na Terra , e reflectem para cima ; e como encontrão a face da Lua totalmente ás escuras , porque o Sol lhe fica pela outra face , dão-lhe humma luz sensivel ; de sorte que então quem estivesse na Lua , e olhasse cá para a Terra , havia de vella *Cheia* , e banhada de luz.

Eug. Por esse discurso venho eu a inferir , que tambem a Terra vista da Lua ha de ter suas faces , e quartos crescentes , e minguantes.

Theod. Assim he: e certificamo-nos , que esta luz branda , que se descobre nestes casos na Lua , procede da reflexão dos raios do Sol na Terra , porque nos *quartos* da Lua , já a parte escurecida se não vê com esta luz , porque já a terra lhe fica de ilharga , e não póde a Lua receber tanta luz reflexa da terra. Falta agora dizer donde procede a luz , com que se banha a Lua no seu eclipse total ; mas isso procede de que a Lua , ainda no eclipse total , nunca en-

tra

tra na sombra da Terra verdadeiramente, mas na sombra da atmosfera da Terra, segundo o Gravefande (1): eu logo vos explicarei isto. Tratemos primeiro da figura da Lua; e quero que a vejais com os vossos olhos, antes que eu vos diga nada della. Vamos a vella com o Telescópio.

Silv. Bem he que a vejamos antes de eclipsada; para que depois vendo-a escurecida, conheçamos melhor a differença.

Theod. Ahi tendes o Telescópio apontado, vede-a bem, e reparaí na sua figura.

Eug. Que cousa tão nova! Eu vejo hum grandíssima bola, que parece ser de prata, mas toda cheia de manchas. Nenhuma semelhança tem de olhos, nariz, e boca, como se representa aos olhos. Vede, Silvio.
(*Estamp. 1. fig. 7.*)

Est. 1.

Silv. Manchas tem, e muitas: não se pôde negar. Está formosíssima: a sua luz he tão forte, que me offende os olhos.

fig. 7.

Theod. Esperai: aqui tendes este vidro azulado, de que me hei de valer esta noite para observar o eclipse, segundo a descoberta do nosso grande *Barros*; que assim como felizmente achou que o vidro verde com outro defumado erão os melhores para observar o Sol, assim quer que o azul seja o melhor para observar a Lua. Com esta cautela não molesta os olhos.

Silv. Assim he Tenho visto.

Theod.

Theod. Ainda lhe não vistes bem os montes e cavernas , nem os podereis ver bem se não d'aqui a alguns dias , quando se for voltando de ilharga a sua face allumiada ; porque assim como na terra vemos bellamente os montes de ilharga , mas se como hum passarinho voassemos ao alto bem sobre hum monte , não os perceberíamos bem , vendo-os de cima e em grande distancia ; assim na Lua.

Eug. Silvio não póde conter o riso , quando ouve fallar nos montes da Lua.

Theod. Não importa , que o tempo defengana muito. Attendei-me : a superficie da terra bem sabemos que não he liza , mas tem montes altissimos ; porém estes montes quanto mais ao longe os vemos , menores parecem : supponhamos que os viamos da Lua ; que pequeninas burbulhas parecerião na vasta bola da terra : porque se vendo nós a Lua cá debaixo , tendo ella de diametro 563 leguas , parece tão pequena , que pequenos parecerião vistos de lá os montes da terra ?

Eug. Dizeis bem , que parecerião burbulhas.

Theod. Agora voltemos o caso para a Lua : vós ha pouco a vistes quasi cheia ; e quando ella estiver menos de *quarto* , então vos convido para a verdes outra vez , e pasmareis ; porque muitas cousas haveis de observar , que não esperaveis ; eu as vou dizendo , porque pertencem aqui : primeira-
men-

mente a linha, que divide a face escura da allumiada, e he curva a modo de fouce, não he liza, he mui tortuosa, e tem semelhança dos dentes de huma ferra, ou fouce, posto que sem regularidade: além disso, na face escura apparecem algumas manchas mui brilhantes, como ilhas de neve em mar de tinta, e na parte allumiada suas manchas negras; e tudo isto procede dos montes e valles da Lua. Vós haveis de suppor que a divisão na Lua entre a face allumiada e escura, he como a da terra, quando o Sol nasce, ou se vai pondo, na qual vedes parte allumiada, e parte escura; mas como a superficie da terra não he liza, tambem não he regular a linha que divide o hemisferio da sombra daquelle onde dá o Sol: alli apparece o cabeça de hum monte já dourado pelo Sol, quando junto ao monte está hum valle ainda sombrio e escuro. Eis-aqui o que são aquellas manchas brancas, que apparecem junto ás bordas da face escura da Lua; são montes mui altos, que nos seus cabeços ainda alcanção os raios do Sol; e nos valles, que medeião, não. E vê-se que isto he assim; porque no dia seguinte se a Lua vai enchendo, como vai cada vez crescendo mais a face allumiada, a malha branca cada vez he maior, e a escuridão que medeava, menor; assim como cá na terra vai descendo a luz do Sol pelo monte abaixo, quando o Sol nasce, até pouco a pouco

ir allumiando o valle todo. Do mesmo modo algumas manchas escuras , que se vião na borda da face allumiada , vão diminuindo , até se perderem de todo ; e erão a sombra que fazião nos valles os altos montes , que então recebião a luz de ilharga ; assim como fazem nos campos os montes , que ficão ao nascente , quando o Sol se levanta , os quaes á proporção que o Sol vai subindo , vão encurtando esta sombra , que se estendia pelos campos para a parte opposta , até que chegando ás 10 horas já não ha sombra consideravel. Vós não me dissestes já que quem observasse desde a Lua a nossa Terra , havia de ver enchentes e minguan-tes , &c. ? Pois sendo a Terra cheia de montes , havia de ver de repente apparecer humma cabecinha do monte banhada da luz do Sol , e os valles ás escuras : d'ahi pouco a pouco veria ir allumiando-se os valles até ficar tudo cheio de luz , isto he quando crescesse ; e quando mingualle , havia primeiramente de ver apparecer humma sombra nos valles , e ficarião separadas do resto as cabeças dos montes allumiadas , e estas pouco a pouco irião perdendo a luz , até ficarem ás escuras de todo. Pois isso que succederia a quem observasse a Terra desde a Lua , nos succede a nós observando a Lua cá de baixo ; e por isso nenhum Astronomo duvida dos montes da Lua.

Sily. Eu duidava , não porque tivesse estuda-

dado o contrario , sómente porque me parecia cousa dita sem fundamento ; e que isso se encaminhava a dizer que a Lua era habitada de viventes , que para isso tinha mares , lagôas , e montes , &c.

Theod. Esse ponto he mui diverso ; mas concluindo o que toca aos montes da Lua , querem Galileo e Keplero , insignes Astronomos , que sejam mais altos , que os altissimos montes da terra , não só á proporção do seu corpo , mas absolutamente , porque lhes dão mais de huma legua de altura perpendicular. Passando adiante , já d'aqui se infere , que Venus e os mais Planetas terão os seus montes.

Silv. Tendo-os a Lua , e sendo Venus hum Planeta opaco como ella , que difficuldade posso eu ter em que tenha montes altissimos ?

Theod. Em quanto aos mares da Lua sua diversidade ha entre os Astronomos. Muitos com Wolfio (1) (e nesta opinião concordão quasi todos) dizem , que aquellas manchas mais escuras que hontem visteis , são mares , ou lagôas ; porque o mar visto de longe he muito mais escuro que a terra ; pois tendo a superficie mais liza , reflecte , como o espelho , a luz mais ordenada para huma parte só , e fica mais escuro visto das outras partes ; e assim succede na Lua. Porém Keil (2) testifica , que com os melho-

res

(1) Elem. Astron. §. 479.

(2) Introd. ad veram Philosoph. sect. 9.

res Telescopios se descobrem cavernas e grandes irregularidades nelleas mesmas manchas escuras ; o que não 'seria assim , se fossem mares. Fique este ponto nesta dúvida. Outro ponto ha aqui tambem duvidoso sobre a atmosfera da Lua. Huns dizem , que ella tem á roda de si coufa que se parece com o nosso ar a que chamamos *atmosfera* da terra , que a rodeia em circuito. Wolfio (1) quer que tenha a Lua atmosfera , e que hajão nella chuvas , orvalho , e relampagos ; e dos Astronomos mais antigos tem muitos pela sua parte , como são Keplero , Longomontano , Galileo e outros ; porém dos Modernos creio que quasi todos seguem a parte contraria ; e o fundamento he mui grave ; porque se a Lua tivesse atmosfera , havia de ser diaphana , como he a da terra , e havia de ser densidade diversa do restante dos espaços dos Ceos ; o que supposto , havião de quebrar os raios do Sol , quando a penetrassem de ilhargia ; e quando a Lua nos encubrisse com o seu corpo alguma estrella , antes que a occultasse com o seu corpo , havia de escurecella algum tanto com a sua atmosfera ; e offuscaria a estrella , não deixando vir aos nossos olhos a sua luz , senão depois de traspassar a atmosfera. Ora esta luz da estrella ao traspassar hum diaphano estérico de diversa densidade , havia de tremer , ou quebrar , ou córar , ou fazer al-

gu-

(1) Elem. Astron. §. 486.

guma mudança sensível , segundo o que disse já da luz e das cores ; e nada d'isto se observa. Ainda quando Venus se occulta pela Lua (como determinadamente se observou em 31 de Dezembro de 1720) , nenhuma mudança se observou na luz de Venus antes de entrar , nem depois de sahir do eclipse , ou occultação da Lua ; e não he crível que deixasse de fazer alguma mudança na sua luz a atmosfera da Lua , se a houvesse. Pelo que nem nuvens , nem orvalhos , nem trovoadas me parece que temos lá.

Silv. E para que erão precisas essas cousas , não havendo lá habitantes ?

Theod. Wolfio quer que os haja ; e tem bons votos por si. Hugens , grande Astronomo , antes de Wolfio o disse , além de alguns antigos ; e Keplero inclina para essa opinião , e o Cardeal Cusano (1). Esta mesma razão da analogia e semelhança da Terra com os Planetas , em ordem a ter habitantes , também se estende a Jupiter , Saturno , Marte , &c. , e as razões que elles dão , não são para ridiculizar , nem também para seguir em materia tão grave , e tão difficil de averiguar , porque não passão de conjecturas : e por grandes Astronomos que elles sejam , como os habitantes dos Astros nem forão vistos com os Telescopios , nem os calcularão por demonstração deduzida do que com os Telescopios virão , tem

a

(1) L. 2. de *Docta Ignorantia* c. 12.

a fé de pura conjectura ; e quanto a mim , prováo que pôde ser que assim seja : mas he este ponto da classe daquelles , que em vão se pertendem saber ; porque he impossivel (só dizendo-o Deos) que haja fundamento convincente por huma , nem por outra parte. Huma cousa he certa , que se houvessem nos Planetas alguns habitantes , não havião de ser filhos de Adão , nem remidos com o Sangue de Jesu Christo. O que eu digo nesta materia he , que os fins , com que Deos formou toda a fabrica do Universo , são taes , que não cabem na curtissima comprehensão dos homens , e he temeridade julgar que para estes fins (que não sabemos quaes forão) he preciso que sejam todos os Planetas habitados. Digo mais , que quererem persuadir que estas creaturas habitadoras dos Planetas hão de ser homens , he querer fazer a Omnipotencia e Infinita Sabedoria de Deos filha da nossa idéa , ou pelo menos encerralla nos seus curtissimos limites : Deos pôde produzir maior diversidade de creaturas , do que todos os homens comprehender. Passemos a outro ponto ; e não queiramos adivinhar o que não se pôde por modo nenhum prudentemente saber.

§. V.

Dos movimentos da Lua, e sua distancia.

Sily. **T**ão louvavel he nos homens a curiosidade, e desejo de saber o que se pôde saber naturalmente, como digno de se condemnar o temerario appetite de querer adivinhar aquellas cousas, que Deos quiz pôr totalmente fóra da esfera da nossa comprehensão.

Theod. Vamos aos movimentos da Lua: já sabeis que se move á roda da Terra, como os Satelites de Jupiter á roda d'elle; neste movimento ou periodo gasta 27 dias, 7 horas, 43 minutos, e cinco segundos.

Sily. Eu cuidava que erão 29 dias e meio; supponho que vos equivocais.

Theod. Não equivóco: mas eu me explico, porque já sei onde prende a vossa dúvida. O mez da Lua he de dous modos, e tem dous nomes: hum he Mez *synodico*, outro *periodico*. O mez *periodico* he o intervallo de tempo, que gasta em dar huma volta perfeita á roda da Terra, de sorte, que torne a corresponder ao mesmo lugar do Ceo, a que tinha correspondido no principio dessa volta; e nisto consome a Lua 27 dias, 7 horas e 43 minutos: a isto chama-se *Mez periodico*. Porém o Mez *synodico* he o intervallo que ha de Lua nova a Lua nova, ou de
Lua

Lua cheia á seguinte Lua cheia , e este intervallo he de 29 dias e meio , como vós dizieis.

Eug. E qual he a razão desse augmento e differença de tempo?

Theod. Eu a dou : supponde que hoje he Lua nova, e que está a Lua a prumo sobre nós , e debaixo do Sol : ora neste momento , em que a Lua he verdadeiramente nova, corresponde a hum certo lugar do Ceo. D'aqui a 27 dias e tantas horas , pontualmente torna a Lua a passar por este lugar, e acabou o seu periodo ou *Mez periodico* ; mas como já ahi não acha o Sol , porque elle entretanto foi andando , he preciso que a Lua gaste mais dous dias para o alcançar , de sorte que fique outra vez a prumo debaixo d'elle , e seja outra vez Lua nova. Eis-aqui porque a Lua gasta n'uma revolução 27 dias , e de Lua nova a Lua nova gasta 29 dias e meio.

Sily. Fico satisfeito : eu não sabia essas differenças , lembrava-me de ter visto este numero na folhinha.

Theod. Além deste movimento periodico , tem a Lua seu movimento de *rotação* , ou *vertigem* á roda do seu centro ; e gasta neste movimento tambem 27 dias , 7 horas , e 43 minutos (1) , e por isso sempre volta para

(1) A razão desta admiravel congruencia entre o movimento periodico da Lua , e o seu movimento de rotação , diremos em huma das Cartas fysicas , que brevemente daremos.

ta nós a mesma face. Por esta razão alguns se equivocão , e crem que a Lua não tem este movimento , porque sempre lhe vem a mesma face ; mas não advertem , que como a Lua anda á roda de nós , para voltar para cá sempre a mesma face , he preciso que dê huma volta á roda do seu eixo. Se eu pendurar de huma linha huma maçã tocada , e andar com ella á roda da vossa cabeça , voz em algum sitio desta volta lhe haveis de ver o podre ; e se eu vo-lo quizer occultar , devo ir torcendo a linha á proporção que vou fazendo a volta , para que a face sã sempre se volte para vós ; e no fim da volta ou periodo , terei feito dar á maçã tambem huma volta á roda do seu eixo. Pois aqui tendes hum exemplo do movimento da Lua. Porém devo advertir que este movimento de rotação he *equavel* , isto he , quasi igual a si mesmo , nunca se apressa , nem se retarda ; e d'aqui nasce outro movimento da Lua , a que chamão de *libração*. Isto he dizer que a Lua , ainda que sempre volta para nós a mesma face , contudo , humas vezes lá deixa ver hum tanto mais do lado direito , outras do lado esquerdo.

Eug. E de que procede isso ?

Theod. Procede de que a Lua no seu movimento á roda da terra não anda sempre com movimento igual , ora se apressa , ora se retarda , porque humas vezes anda mais perto da Terra , e outras mais longe ; e he

regra geral, que quando hum corpo se move á roda de outro, quando he menor a distancia, então mais veloz se move; e como por outra parte o movimento de rotação he sempre igual, segue-se que não vai a Lua escondendo a sua face occulta, á proporção que se move á roda de nós; e allim como não guarda exactissimamente esta proporção, lá lhe descobrimos hum pouco da parte esquerda, outras da direita. Numa Memoria sobre isso me explicarei melhor.

Eug. Admiro-me de ver a miudeza, com que se examinão os movimentos dos Astros.

Theod. A Lua como nos fica muito perto, consente mais exactas observações.

Eug. E que distancia tem a Lua de nós?

Theod. Dista 60 semidiametros da Terra com pouca differença; ou (62. 153) sessenta e duas mil, cento e cincoenta e tres leguas Portuguezas. Mas nem sempre ha a mesma distancia entre nós e a Lua; ora cresce, ora diminue; porque a linha, por onde se move, he elipse, e a Terra não fica no meio, mas desviada d'elle algum tanto.

Eug. E quanto se desvia a terra do meio dessa elipse?

Theod. O valor de 3 semidiametros da terra e hum terço, que valem 3.437 leguas Portuguezas; e tanto he o que se augmenta a distancia da Lua quando he a maior, chegando a 63 semidiametros e hum terço; como tambem se diminue isto mesmo quando he

he a minima; porque então não passa de 56 semidiametros e dous terços. Porém quando absolutamente se falla da distancia da Lua, entende-se da media, isto he, da que fica entre a maior de todas, e a minima, e esta vale 60 semidiametros da terra.

Eug. Que mais resta saber da Lua?

Theod. A sua orbita ou caminho não coincide com a do Sol, a que chamão Eclitica; mas faz com ella hum angulo de 5 grãos; mas isto logo o explicarei melhor. Resta sómente dizer que o eixo da Lua, sobre o qual ella se revolve em 27 dias e meio, não fica a prumo e perpendicular sobre o plano da sua orbita, mas tem sua inclinação. Quero dizer: se a terra estivesse no meio desta meza em que tomamos o cha, e eu atravessasse hum laranja v. g. com hum arame, para representar a Lua, quando quizesse andar com ella peia borda da meza, em ordem a imitar o seu movimento á roda da Terra, não havia de pôr o arame a prumo sobre a meza, mas com hum angulo de 82 grãos e meio.

Silv. E para que serve tanta impertinencia nessas contas?

Theod. Para saber a razão do que observamos na Lua. Nós humas vezes descobrimos mais do pólo superior, e menos do inferior; outras vezes he pelo contrario; e procede esta differença da inclinação do eixo da Lua, ou do arame da laranja: quando o eixo se inclinar para nós, havemos de

ver o pólo de cima mais do que o debaixo; e quando o eixo se inclinar para lá, havemos de ver mais o pólo debaixo do que o de cima. Agora só falta explicar os eclipses da Lua.

§. VI.

Dos Eclipses da Lua.

Sily. **V**amos a saber o que são esses eclipses, antes que elle chegue na realidade.

Theod. O eclipse da Lua nunca pôde acontecer, senão na Lua cheia; porque só se eclipsa quando se mette na sombra da Terra, ficando nós entre ella e o Sol; v. g. a Lua no Nascente, e o Sol no Poente; ou a Lua no meio do Ceo em cima, e o Sol no meio do Ceo em baixo. Só nestes casos pôde a Lua ficar mettida na sombra da Terra, a qual lhe impede a vista do Sol; porém antes e depois de chegar a Lua á sombra da Terra, bem vedes que a mesma face, que fica allumiada pelo Sol, he a que se volta para nós; e isto he ser a Lua cheia, como agora está: e succede o eclipse bem na perfeição da enchente da Lua.

Eug. E porque não temos eclipse da Lua em todas as Luas cheias?

Theod. Porque nem sempre a Lua passa bem por

por detrás da terra em direitura do Sol; humas vezes passa mais por hum lado, outras por outro; mas outras vezes entra directamente pela sombra dentro a buscar centro com centro, e então he eclipse total, porque toda a Lua se esconde do Sol; n'outras occasiões porém roça a sombra por hum lado, e conforme a parte da Lua, que entra pela sombra dentro, assim he o eclipse, ou maior ou menor. Tambem he preciso saber que a Terra, sendo muito mais pequena que o Sol, faz hum sombra pyramidal. Vede esta figura (*fig. 1. Est. 2.*) *Est. 2.* que com a penna vos faço: Aqui temos o *fig. 1.* Sol S, e a terra T, como agora está; isto he, allumiada pela parte ou hemisferio inferior, onde he dia, e escura na parte superior que abitamos, onde agora he noite. A Lua L no seu circulo *m n r* se move á roda da Terra, voltando para nós a face allumiada, e a escura lá para cima, porque he Lua cheia: tanto que chegar á sombra *n*, ha de eclipsar-se. Se entrar pela sombra, onde ella he mais larga, mettendo-se pelo centro, terá no eclipse demora; porque sendo a sombra mais grossa que a Lua, gastará tempo em sair della; porém se a Lua andar mais alta, e atravessar a sombra, onde ella he mais delgada, menos tempo durará o eclipse, porque sairá mais depressa.

Eug. No que reparo aqui nesta figura he, que a sombra se acabe em determinada al-

tu-

tura ; e eu cuidava , que a sombra da terra , quando o Sol andava lá de baixo , se estendia por todo este espaço até o Ceo.

Theod. Já vos disse , fallando dos eclipses do Sol , que a sombra da Lua era pyramidal , porque o Sol he muito maior que a Lua. Ora o Sol tambem he muito maior que a terra ; e por isso tambem he pyramidal a sombra que a terra faz ; e cada vez ha de ser mais estreita. Ponhamos hum exemplo : a sombra que fazem as jeloizas da janella , quando o Sol entra pela casa dentro , se a receberdes junto á janella n'um papel , vereis que a sombra de cada páo he quasi tão grossa como o mesmo páo ; e se vos affastardes alguns passos para dentro , achareis que a sombra das grades vai sendo mais delgada ; e tanto vos affastareis , que não percebereis bem distinctamente as sombras das grades ; mas vereis huma luz confusa.

Eug. Isso tenho observado muitas vezes no mesmo pavimento da casa. Quando o Sol anda baixo e entra mui dentro , a sombra dos caixilhos das vidraças vai sendo mais estreita , quanto mais dista da vidraça.

Theod. Deve ser assim , porque o Sol he maior que a grossura dos páos do caixilho. A luz da véla porém não faz sombra desse modo , mas ás avéssas. V. g. a sombra que fazeis agora , que estais defronte da véla , quanto a sombra mais distar de vós ,
ma-

maior será ; vede que alto sois na parede , onde vai dar a sombra que fazeis ; e a minha , que logo bate na parede que perto me fica , não he tão grande como a vossa. Porém tudo assim deve ser : a luz da véla he muito menor que o vosso corpo ; e quando o corpo opaco he maior que o luminoso , a sombra cada vez he mais grossa , porque os raios , que a terminão , sahindo do luminoso , e roçando o corpo opaco por ambos os lados , ficão necessariamente divergentes , e cada vez alargão mais : pelo contrario , quando o luminoso he maior que o corpo opaco , a sombra he pyramidal ; porque os raios , que vem das bordas do luminoso , e paissão pelos lados do corpo opaco mais pequeno , vem por isso mesmo a ser convergentes , e cada vez se chegão mais , até se juntarem. Para aqui serve o que vos disse fallando da Optica.

Eug. Serve tanto , que agora já percebo isto muito melhor. Mas quem estivesse no Ceo , bem em direitura da sombra da Terra , e tão longe , que ella não chegasse lá , havia de ver o Sol , ou não ?

Theod. Havia de vello com eclipse annular , assim como nós o vemos , quando a Lua se atravessia entre nós e elle , mas vai tão alta que não chega a nós a sua sombra. Tornai a ver a figura do eclipse do Sol , pois ainda aqui ha de estar o papel , que a tinha debuxada. Aqui está (*fig. 5. Estamp. 1.*) : Est. 1. quem estiver em *m* não verá o centro do fig. 5. Sol ,

Est. 2.
fig. 1.

Sol , mas todas as bordas em redondo ; o mesmo succederia a quem estivesse cá noutra figura (fig. 1. *Éstamp.* 2.) em *b*, tão longe da Terra , que não lhe chegasse lá a sombra que ella faz.

Silv. Visto isso , se a Lua agora passar tão alta , que escape da sombra da Terra , não terá eclipse nenhum.

Theod. Nunca pôde ir tão alta como dizem : a não escapar da sombra da terra pelas ilhargas , por cima não se pôde livrar do eclipse. Isto he fallando da sombra da terra no sentido commum dos Astronomos , tomando por terra (para este effeito) este globo em que estamos , juntamente com a sua atmosfera : por quanto se tomarmos por Terra só este globo solido , então da sua sombra sempre escapa a Lua ; porque a sombra da Terra nunca lá chega (1). Façamos hum a figura , para me entenderdes bem. Aqui tendes (*Éstamp.* 2. fig. 2.) o globo da Terra *T* , cingido da sua atmosfera *f, o, c,* ; o Sol o illumina pelo hemisferio inferior ; e se a Terra não tivesse atmosfera , a sua sombra pyramidal chegaria sómente a *r*. Tambem he certo que , se a atmosfera fosse totalmente opaca , faria hum a sombra escura , que chegaria em forma pyramidal até *A* ; porém como a atmosfera he transparente , posto que mais densa que o restante do espaço dos Ceos , essa sombra que faz a atmosfera he mistu-

ra.

(1) Graves, num. 3854.

rada com muitos raios de luz , e fica huma sombra mui branda. Adverti agora que esta atmosfera não só he transparente , mas além disso tem a fôrma de esfera ; e os raios $g t$, que vem do Sol parallellos , tanto que entrão na atmosfera f , começam a quebrar para dentro , e hão de espalhar-se entre si ; porquanto o raio g , que passa pelo fim da atmosfera , onde ella he rarissima , mui pouco ou nada sensivelmente ha de quebrar , e assim vai até A ; porém como o ar , quanto mais vizinho á Terra , mais denso he , tambem os raios do Sol , que atravessão a atmosfera , quanto mais perto vão da Terra , mais hão de quebrar ; e devem espalhar-se entre si , por todo o espaço que vai de A até n , ficando esse espaço illuminado com a luz do Sol quebrada na atmosfera , que he luz muito inferior na claridade á que passa livremente por fóra da atmosfera. Pelo mesmo motivo , o raio f da outra parte passa sensivelmente direito até A ; porém o raio u , como atravessa a atmosfera já mui densa , deve quebrar muito para dentro , e vai dar a m , ficando com os raios entremedios , que vão quebrando á proporção , cada vez menos illuminado com essa luz fraca todo o espaço de m até A . Por conseguinte a sombra do globo puramente da Terra , de si capaz de chegar até r , não chega lá , porque a cortão de huma , e outra parte ; e só chega até i , ficando muito mais curta do

do que devia ser. Eis-aqui porque a Lua no eclipse total não fica invisível, e apparece avermelhada, porque fica banhada da luz do Sol, quebrada na atmosfera, a qual bem sabeis que tira para vermelha: e por isso a Lua no Horizonte nos parece atfogueada; porque os vapores da atmosfera quebrão, e córão os raios de luz, conforme a doutrina, que ficou estabelecida tratando das cores.

Silv. Supposta esta doutrina, admiro-me de que a Lua no eclipse total fique tão escura, e que a atmosfera faça sombra tão sensível.

Theod. He tão sensível, porque a atmosfera se atravessa de parte a parte, e a luz se compara com a que a Lua costuma receber fóra do eclipse, a qual he mui forte, porque recebe os raios do Sol puros e em cheio; o que tudo faz grande differença. Advirto porém, que esta que verdadeiramente he sombra da atmosfera, e mais communmente se chama sombra da Terra, he rodeada de outra meia sombra, a que chamão *Penumbra*. Esta penumbra estende-se em roda da sombra, por todo aquelle espaço, onde chegão alguns raios do Sol desembaraçados, porém não todos; e a sombra só a ha, onde não chegão raios nenhuns do Sol desembaraçados. Por isso antes que a Lua entre na sombra verdadeira, começa a escurecer-se hum pouco com a penumbra da Terra, que tanto he mais es-

escura ; quanto mais vizinha he á verdadeira sombra. Aqui se applica o que ha pouco dissemos da sombra e penumbra da Lua nos eclipses do Sol (1). Falta agora ensinar-vos, Eugenio, de que modo se conhece se o eclipse da Lua ha de ser total, ou parcial ; e o mesmo se póde applicar aos eclipses do Sol.

Eug. Queira Deos que eu o perceba.

Theod. Haveis de perceber, e com facilidade. O Sol faz hum giro á roda de nós dentro de hum anno, correndo os Signos, como vos expliquei em seu lugar ; a Lua tambem fórma hum giro á roda de nós, dentro de hum mez ; porém estes dous circulos nem são parallelos hum ao outro, nem coincidem : cruzão-se em dous pontos. Succede justamente o mesmo, que se tomássemos dous arcos de pipa, e mettendo hum pelo outro, os abrissemos algum tanto, de sorte que não coincidissem. Neste caso os dous arcos, ou circulos, em dous pontos se haviam de cruzar.

Eug. He sem dúvida.

Theod. Pois assim mesmo haveis de suppôr, que se cruzão os circulos, que descrevem o Sol e a Lua á roda da Terra ; e esses dous pontos, em que se cruzão, se chamão *Nós*.

Eug. Agora confesso que não entendo. Pois não dissestes que o Sol andava sempre muito
mais

(1) §. III. pag. 92.

mais alto que a Lua ? Como se ha de cruzar hum caminho com o outro ?

Theod. Cruza-se a respeito da nossa vista ; assim como esta bengala posta no ar horizontalmente , vos ha de coincidir com a moldura daquelle quadro ; mas se eu a puzer assim inclinada , já a respeito dos vossos olhos , se ha de cruzar com a moldura , e n'uma extremidade ficará superior , n'outra inferior a ella.

Eug. Já entendo.

Theod. Ficar á a comparação dos arcos de pipa bem propria , se pondo assentado no chão hum arco grande , que represente o circulo do Sol , e no meio assentar hum arco pequeno , que represente o circulo da Lua , puzermos no centro de ambos huma laranja que represente a Terra. Mas para fazer que hum circulo não coincida com o outro , atravessai hum arame por ambos os arcos de parte a parte (*Estamp. 2. fig. 3.*) e tambem pela laranja ; e depois levantai-os do chão , e desencontrai-os hum pouco , de forte que fação hum angulo de 5 grãos : então tendes bem sensivelmente representado a *Orbita* da Lua cruzada com a *Orbita* do Sol. *Orbita*, Eugenio , quer dizer o caminho que tórma o Planeta , quando dá hum giro. Neste caso , quem desde a laranja olhasse para os circulos na parte em que estão furados pelo arame , os veria juntos , e hum sobreposto ao outro , ainda que verdadeiramente dista muito hum do

ou-

Est. 2.
fig. 3.

outro ; porém fóra desses dous Nós ou encruzamentos , os veria abertos e separados entre si.

Eug. Percebo bellamente.

Theod. Façamos agora huma figura (*fig. 4.*

Estamp. 2.). Estas duas linhas, que se cru- *Est. 2.*
zão em *N* , representão os dous caminhos *fig. 4.*
por onde vão o Sol e a Lua , junto dos
Nós. *P Q* supponhamos que he o caminho
do Sol *S* ; e *M R* o caminho da Lua *L* ;
como a Lua anda muito mais depressa do
que o Sol , porque dá doze ou treze vol-
tas , em quanto o Sol dá huma , repetidas
vezes emparelha com elle , e o passa adian-
te ; mas he preciso saber qual he o lugar da
sua orbita em que a Lua passa pelo Sol ;
porque se passar em correspondencia delle
em *N* , forçosamente ha de passar toda por
diante do Sol , e haverá eclipse total do
Sol , ou annullar ; porém se a Lua passar
pelo Sol mais distante do Nó , como v. g.
aqui em *a e* , já o eclipse ha de ser parcial ,
porque a Lua *a* só pôde encubrir huma bor-
da do Sol *e*. Isto supposto , para eu saber
se ha de haver eclipse do Sol n'uma deter-
minada Lua nova , ou se ha de ser grande ,
ou pequeno , he preciso averiguar qual he
no ponto da Lua nova o sitio da orbita da
Lua , em que ella se acha , correspondente
ao Sol na sua orbita : depois deve-se tam-
bem examinar quanto dista aparentemente
esse ponto da orbita da Lua , do ponto da
orbita do Sol : supponhamos que são 5 pol-
le-

legadas de distancia. Tambem se deve saber quanto he o diametro da Lua apparente nesse dia ; porque como humas vezes anda mais perto de nós , outras mais longe , o seu diametro apparente humas vezes he maior , outras menor ; e tambem se deve fazer o mesmo exame no diametro do Sol nesse dia. Examinadas pois estas tres cousas , se virmos que o diametro apparente do Sol são v. g. 8 pollegadas , e o da Lua seis , necessariamente ha de haver eclipse equivalente a duas pollegadas. Olhai para a figura : supponho que do centro do Sol e ao centro da Lua *a* só vão cinco pollegadas de distancia ; mas como a Lua tem seis de diametro , tres ficão da linha *M R* para fóra , e tres para dentro ; e assim já estão tomadas com o corpo da Lua 3 pollegadas do espaço entre ella e o Sol : ora o Sol tem nesse dia diametro apparente de oito pollegadas , das quaes 4 devem tambem ficar da linha *P Q* para dentro , porque o centro do Sol não deixa a sua linha ; e como já não ha senão duas pollegadas de espaço livre , as outras duas ficão encubertas com a Lua. Aqui tendes summariamente como se conhece a grandeza do eclipse. Devo ajuntar meio diametro do Sol , e meio diametro da Lua ; e se a somma for maior do que a distancia que ha entre os dous pontos da orbita em que estes astros se encontrão , todo o excessô da somma dos semidiametros sobre a distancia , vem a ser a gran-

grandeza do eclipse ; mas se a distancia for igual ou maior que a somma dos dous semidiametros , já não ha eclipse nenhum ; passa a Lua pelo Sol , sem o encubrir. Tendes-me entendido ?

Eug. E facilmente.

Theod. Eis-aqui porque só junto dos Nós he que pôde haver eclipse ; porque só ahi , como estão as duas orbitas mais juntas , e he o caminho apertado , he que pôde hum corpo encubrir o outro , quando passa por elle , e lhe corresponde.

Eug. Entendo já os eclipses do Sol ; mas os da Lua como hei de saber eu quando , e de que grandeza succederão ?

Theod. Do mesmo modo. Quando o Sol vai pela sua orbita , á roda da Terra por huma parte , a sombra da Terra vai andando pela outra opposta , mas pela mesma orbita : ficando sempre em direitura estas tres cousas , Sol , Terra , e sombra da Terra. Esta sombra da Terra , se a receberem em qualquer plano , faz huma nodoa redonda ; e tambem esta nodoa ou mancha he maior , quando se recebe em corpo mais proximo á Terra , e mais pequena , quando se recebe mais longe. Supponde agora que junto ao Nó N da figura que vistes (*fig. 4. Estamp. 2.*) se *Est. 2.* encontrão a Lua L ; e a sombra da Terra S ; *fig. 4.* se couberem á vontade , e puder huma passar pela outra , sem que entre a Lua pela nodoa da sombra , não ha eclipse ; mas se não couberem , por ser a distancia dos dous
pon-

pontos, em que emparelhão, menor do que importa meia Lua, e meia sombra da Terra, então necessariamente ha de haver eclipse, entrando a Lua pela sombra; e o excesso que vai do meio diametro apparente da Lua, junta com o meio diametro da sombra, sobre a distancia das orbitas nesses pontos, he a quantidade da parte eclipsada.

Eug. Percebo: o que se diz do diametro apparente do Sol, nos eclipses do Sol, se deve dizer do diametro da sombra da Terra na distancia em que está a Lua, quando se falla dos seus eclipses.

Silv. Se tudo o mais for tão certo, como isto me parece, e tão facil de perceber, poucas contendas terei com Theodosio nestas materias.

Theod. As contendas ás vezes são uteis para a maior intelligencia. Vamos a ver com os olhos o que expliquei até agora, porque não tardão as horas do eclipse; e como durando a sua observação não se pôde levar direito o fio do discurso, á manhã continuaremos com os Astros que nos restão.

Silv. Dai-me para mim hum oculo, que esta noite quero sahir Astronomo.

Theod. Ahi tendes este, que he o maior; estoutro he para Eugenio, e eu me valerei deste.

TARDE XXXI.

Dos mais Planetas em particular, Cometas, e Estrellas.

§. I.

De Mercurio e Venus.

Sily. **E** Stimo que o trabalho da observação vos não prejudicasse, que isto he o que unicamente vos podia fazer damno, porque sois Modernos. Eu porém que sou antigo, e antigo hei de morrer, ainda estou sujeito a todos os damnos, que podem causar os eclipses nos corpos sublunares: e para me confirmar nesta doutrina (que vós chamais fabulosa) trago huma dor de cabeça, que affás me mortifica.

Theod. Sinto a vossa molestia; mas admiro-me, que sendo vós tão grande Medico, e vendo que he bom remedio para nos livrar dos damnos do eclipse, e da jurisdicção da Lua o ser *Moderno*, não queirais applicar esse remedio. Eu só por isso fora *Moderno*, quando a razão me não tivesse muito antes obrigado a sello.

Sily. Não sigo isso; na cabeça quero antes ter dores, do que erros. Vamos aos Planetas

tas que hontem deixámos , pois Eugenio não gosta de que se gaste este tempo senão em cousas uteis.

Eug. A verdade he que suspiro com alvoroço sempre por esta hora ; porque Theodofio na vossa ausencia não costuma fallar-me nesta materia.

Theod. Vamos. Mercurio he o primeiro Planeta , principiando desde o Sol , porque está mais vizinho a elle. Este Planeta he hum globo opaco , como todos os mais Planetas , e brilha só com a luz do Sol ; mas como anda mui perto d'elle , a mesma luz do Sol o confunde de forte , que custa a ver. Eu já o vi bem , quando passou por baixo do Disco do Sol , isto he , entre nós , e o Sol ; e visto pelo Telescopio parecia como huma avelá escura. Move-se pois á roda do Sol no espaço de 87 dias , 23 horas , 15 minutos , e 25 segundos , a sua grandeza verdadeira , conforme o calculo que sigo (1) , he esta. De diametro tem menos alguma cousa da terça parte do diametro-

(1) No que pertence á grandeza dos Planetas , ha grande variedade nos Astronomos , como tambem no que toca ás distancias : huma cousa depende da outra ; porque do seu diametro apparente , supposta a distancia , se calcula a grandeza verdadeira. Eu nas distancias sigo , como já disse , a Astronomia de Mr. de la Lande reformada por elle no conhecimento dos tempos para o anno 1774 , e seguintes.

metro da Terra ; e reduzindo-o a leguas Portuguezas , tem só 848 de diametro. A sua superficie he quasi seis vezes mais pequena que a superficie da Terra ; e reduzindo-a a leguas quadradas , importa em (2 : 260 . 888) dous contos , duzentas e sessenta mil , oitocentas e oitenta e oito leguas. Ultimamente o seu volume , comparando-o com o da Terra , he pouco mais de 14 vezes e meia menor que ella. Do seu pezo , e densidade não se sabe nada ; nem me parece que se poderá saber : eu a seu tempo vos direi o porque.

Eug. Sempre me admiro que seja maior que a Lua , sendo ella tão grande ; porque dissestes ser a Lua 49 vezes menor que a Terra ; e Mercurio he 14 vezes menor.

Theod. Assim he ; porém deve a Lua parecer muito maior , porque nos fica muito mais perto , do que Mercurio.

Eug. E quanto dista Mercurio do Sol ?

Theod. Dista (9 . 397) nove mil trezentos e noventa e sete semidiametros da Terra. Esta he a medida , de que costumão usar os Astronomos ; porque reduzindo estas distancias a leguas , ficão huns numeros mui compridos ; e além disso , como as leguas de diversos Reinos são desiguaes , haveria confusão. Porém reduzida essa distancia , por vos dar gosto , ás nossas leguas Portuguezas , são (9 : 688 . 466) nove contos , ou milhões , seiscentas e oitenta e oito mil , quatrocentas e sessenta e seis. Daqui se in-

fere que Mercurio não se pôde nunca ver afastado do Sol mais do que 28 grãos e 20 minutos do circulo celeste. Mas esqueciame advertir-vos, que Mercurio nem sempre tem a mesma distancia do Sol : ás vezes he maior, outras vezes he menor; porque não se move em circulo, cujo centro seja o Sol, mas em ellipse, ficando o Sol n'um de seus fôcos. Porém não são as ellises dos Planetas tão compridas e estreitas, como as dos Cometas : sensivelmente parecem circulos. Mas para evitar confusão com as diversas distancias do mesmo Planeta, lanço conta á maior distancia, e á menor, e entre as duas formo hum número medio, a que chamão distancia *media*. Quando o Planeta está na maior distancia, dizem que está no *Aphelio* : tomai de memoria estes termos, para me entenderdes no discurso destas conferencias, porque são termos proprios.

Eug. Farei porque me não esqueção; e quando estiver o Planeta na menor distancia, como se diz então?

Theod. Que está no *Perihelio*: e isto he regra geral para todos os Cometas e Planetas, porque todos tem diversidades nas suas respectivas distancias ao Sol. Se ouvindo falar na orbita, ou linha, que descreve algum Planeta, me ouvirdes dizer, que he inclinada, e excentrica, não me haveis de entender. Eu quero agora prevenir o vosso embarraço. *Excentricidade da orbita*, quer di-

dizer que o Sol não fica no centro della, e tanto se diz que tem a orbita de excentricidade, quanto o Sol está affastado do verdadeiro centro da tal orbita. Ponhamos exemplo: Se o Sol estivesse bem no centro da orbita de Mercurio, tanto distaria Mercurio do Sol, estando n'uma parte da elipse, como na opposta; porém como o Sol está affastado do centro para huma parte, já Mercurio ahi fica mais perto do Sol, e na outra parte opposta, mais longe.

Eug. Percebo já: e quanto he a excentricidade do Sol a respeito de Mercurio?

Theod. São 1.738 semidiametros da Terra, estes tantos semidiametros faltão na distancia media, quando Mercurio está no *Perihelio*, ou parte mais chegada ao Sol; e quando está no *Aphelio*, ou parte mais remota, devem-se accrescentar á distancia media; e por boas contas vem a distancia maxima de Mercurio a exceder a minima em 3.476 semidiametros, que he a dobrada excentricidade.

Eug. Isto tenho entendido; vamos ao mais.

Theod. Falta explicar a inclinação da orbita: talvez vos pareça impertinente nestas miudezas: crede-me que o não faço sem motivo justo; porque sabendo vós isto para Mercurio, fica explicado para todos os mais Planetas, e o entenderdes estas miudezas, serve depois para muito. Já vos mostrei como a orbita da Lua cortava a orbita do Sol, a que chamão *Eclitica*, tomai

Est. 2. mai sentido neste nome , que usarei delle
fig. 3. a cada passo. Para isso usei da comparação
de dous arcos de pipa (*Estamp. 2. fig. 3.*),
que estando atravessados por hum arame,
podião representar as duas orbitas do Sol,
e da Lua á roda da Terra representada na
bola T.

Eug. Bem me lembro , e aqui está outra fi-
gura (*fig. 4. Estamp. 2.*), que representa a
Est. 2. inclinação do caminho da Lua ao caminho
fig. 4. do Sol.

Theod. Ora o mestre digo do encruzamento
da orbita de Mercurio com a Eclitica : tam-
bem faz seus Nós ; porém a sua inclinação
ou abertura he de 6 grãos , 59 minutos e
20 segundos. *Minuto* chamamos aqui á par-
te sexagesima de hum grão ; e *segundo* cha-
mamos á parte sexagesima de hum minuto.

Eug. Bem entendo. Já sei a distancia de Mer-
curio , sei o seu caminho ; quero saber ago-
ra o seu movimento.

Theod. Já sabeis que não fallamos agora do
movimento diurno , com que em 24 horas
os Ceos se revolvem com os Planetas e Es-
trelas de Nascente para Poente : esse movi-
mento commum a todos os Astros não per-
tence aqui. Só fallamos do movimento par-
ticular que tem os Planetas á roda do Sol ;
porque em todos os systemas , os movimen-
tos proprios de todos os Planetas he á ro-
da do Sol e não da Terra. Supposto isto ,
o movimento proprio de Mercurio , he de
Poente para Nascente , contrario ao movi-
men-

mento commum dos Ceos de Nascente para Poente ; e assim he o movimento proprio de cada hum dos outros Planetas , e Cometas , como ireis sabendo pouco a pouco. Neste movimento gasta Mercurio quasi 88 dias em formar hum giro (1). Alguns querem , que além deste movimento , tenha outro que chamão de Vertigem , ou como peão á roda do seu eixo ; porque deve nisto concordar com os mais Planetas que assim se movem : razão tem para o suspeitar , mas ainda se não sabe de certo. Ora supposto Mercurio mover-se á roda do Sol , já se vê que humas vezes ha de estar mui longe de nós , quando for na volta d'alem do Sol ; porém quando vier na volta d'aquem , ficará muito nosso vizinho. Creio que fareis gosto de saber as suas diversas distancias á Terra.

Eug. Para a minha curiosidade importão-me mais do que a distancia de Mercurio ao Sol.

Theod. Desprezando a pequena differença que podem dar as inclinações das orbitas a respeito da Eclitica , podem-se saber as distancias dos Planetas á Terra , ora ajuntando-a , ora descontando-a da distancia da Terra ao Sol ; e assim Mercurio na conjunção superior com o Sol , dista da Terra (34 : 716 . 875) trinta e quatro contos , ou milhões , setecentas e dezeseis mil , oitocentas e seten-

(1) São 87 dias , 23 horas , 14 minut. e 25 segundos.

136 *Recreação Filosófica*

tenta e cinco leguas ; e na conjunção inferior , quando fica entre nós e o Sol , dista da Terra (15 : 339 . 943) quinze milhões , trezentas e trinta e nove mil , novecentas e quarenta e tres leguas. Bem vedes a differença.

Eug. He muito grande ; mas tendo elle por centro sensível do seu movimento o Sol , necessariamente devia de ser assim.

Theod. Dizeis bem. Vamos a Venus. Já sabeis que he hum corpo opaco , semelhante aos mais Planetas : tem seus minguantes e enchentes bem como a Lua.

Eug. Nunca tal vi : sempre que tenho olhado para ella , ou pela manhã , quando nasce antes do Sol , ou de tarde , quando se põe atrás d'elle , sempre me pareceo sem minguante.

Theod. Agora anda ella bem desfalcada ; justamente como a Lua está dous ou tres dias , depois de ser nova.

Eug. E como pôde ser isso , se hontem a vimos formosissima , e cheia de huma luz mui forte !

Theod. Quando ella vos parecer maior e mais brilhante , então está como a Lua nova : não me creais a mim , vamos a vella , que já se poz o Sol ; e o Telescopio nos mostrará a sua figura.

Silv. Para mim tambem isso he mysterio que não entendo.

Theod. E tambem o foi para mim em quanto os olhos me não defenganarão , e depois

pois a razão , que eu logo vos darei. Aqui tendes o Telescópio , eu o aponto , que está mais deſtro Vede.

Eug. Eu vejo a Lua (*Eſtamp.* 2. *fig.* 5.) Eſt. 2.

Theod. A Lua ainda não nalceo. Vede que fig. 5.
vos enganais : não he a Lua , he Venus.
Olhai por fóra do Telescópio.

Eug. No tamanho , e na figura , e na clari-
dade parecia a Lua , poucos dias depois de
ſer nova. Eu eſtou paſmado : vede , Sil-
vio.

Silv. Lua parece na verdade ; eſtá bem deſ-
falcada. Nunca tal eſpereí ver.

Theod. Logo vos darei a razão , porque ago-
ra viſta com os olhos parece mais brilhante
que nunca. Deixai-me tirar daqui huma
conſeſquencia : e vem a ſer , que ſe Venus
tem quartos e minguentes como a Lua , he
opaca como ella. Adverti que ella em ſi he
hum globo , poſto que a parte eſcura pela
grande diſtancia ſe não veja , como ſuccede
na Lua.

Eug. Quem o póde duvidar?

Theod. A razão , por que Venus apparece com
eſtes quartos e minguentes , vem a ſer , por-
que Venus anda á roda do Sol , e quando
eſtá do Sol para cá , volta para nós a face
eſcura , e para o Sol a allumiada ; e quando
eſtá do Sol para lá , a meſma face allumia-
da , que volta para o Sol , fica tambem vol-
tada para nós : então parece como a Lua
cheia ; e agora , que eſtá do Sol para cá ,
aſſemelha-ſe á Lua nova. Porém como não
ſe

se mette bem entre nós e o Sol , sempre de ilhargá lhe vemos alguma parte da face clara ; bem como succede á Lua depois de ser nova : e á proporção que vai voltando Venus á roda do Sol , vai deixando ver cada vez mais a sua face illuminada , até que na *Opposição* , ou *Conjunção* superior a deixa ver toda.

Eug. Que quer dizer *Opposição* , e *Conjunção* ? Já quando fallastes em Mercurio usastes deste termo ; e não sei se o entendo bem.

Theod. *Conjunção* quer dizer que o Planeta está a respeito de nós junto com o Sol ; isto he , o mais chegado apparentemente que lhe permite estar a inclinação ou abertura da sua orbita. Ora Venus e Mercurio duas vezes se ajuntão com o Sol ; huma quando passão lá por detrás d'elle , outra quando passão cá por diante d'elle ; por isso tem duas *Conjunções* ; quando passão além do Sol , he *Conjunção superior* ; e quando passão entre nós e o Sol , chama-se *Conjunção inferior*. Vamos agora á *Opposição*. Dizer que hum Planeta está em opposição , he dizer que a respeito de nós fica o mais opposto ao Sol que pôde ser ; v. g. o Sol no Poente , e o Planeta no Nascente ; ou o Sol bem em baixo no Meridiano inferior , e o Planeta bem em cima no superior ; distando hum do outro , a respeito de nós , meio circulo do Ceo. Marte , Jupiter , e Saturno tem huma *Conjunção* , quando passão

são lá por detrás do Sol , ou quasi por detrás ; e huma *Opposição* quando nós ficamos entre o Sol e elles. Advirto que quando chamamos á *Conjunção* superior de Venus e Mercurio *Opposição* , o fazemos assim , porque nesse caso fica o Sol no meio , Venus de huma parte , e a Terra da outra opposta diametralmente. Supponho que entendeis.

Eug. Perfeitamente : continuai.

Silv. Não vos esqueça a razão de agora brilhar Venus mais , quando parece que devia brilhar menos.

Theod. Agora está Venus muito mais chegada a nós , do que quando está cheia ; e suppre a maior vizinhança o defeito da luz. Eu me explico mais. Venus tambem gira á roda do Sol em huma elipse quasi circular ; por isso ora dista mais , ora menos : porém a distancia media , contando-a em semidiâmetros da terra , são 17.559 semidiâmetros ; e reduzida essa distancia a leguas Portuguezas , creio que são mais de 18 milhões : eu aqui a hei de ter n'um papel , pois de memoria não posso conservar senão os numeros mais grossos : são (18 : 103.860) dezoito contos , ou milhões , cento e tres mil , oitocentas e sessenta leguas Portuguezas. Tambem vos disse já (1) que a distancia media do Sol á Terra erão mais de 25 milhões , ou contos de leguas. Supposto isto , quando Venus está no ponto mais dis-

distante de nós , para lá do Sol , então volta para nós todo o hemisferio , ou face allumiada , e está cheia ; e quando se parece com a Lua nova , está entre nós e o Sol ; e vem a ficar muito perto de nós. Comparai agora as duas distancias entre si , e vereis huma incrível differença. Quando está cheia , dista de nós tudo quanto vai de nós até o Sol , que são 25 milhões de leguas ; e quanto vai do Sol até Venus , que são mais de 18 milhões de leguas , somma toda a distancia mais de 43 milhões de leguas , isto he , desprezando os quebrados (1) ; e quando Venus está como Lua nova , não chega a distar 7 milhões de leguas , por quanto daqui até o Sol vão 25 milhões de leguas ; Venus fica para cá do Sol mais de 18 milhões. Logo de Venus para cá não chegão a 7 milhões de leguas , quando estando cheia são mais de 43 (2). Bem vedes que desprézo os quebrados , por não vos enfattiar.

Eug. He bem grande a differença : estando cheia , tem huma distancia quasi 7 vezes maior do que agora , que parece Lua nova.

Theod.

(1) Fallando rigorosamente , Venus na *Conjunção superior* dista da terra 43 : 132 . 269 leguas.

(2) A distancia do Sol á terra são 25 : 028 . 409 ; e descontando della a distancia do Sol até Venus , que são 18 : 103 . 860 , só restão de Venus a nós 6 : 914 . 549 leguas.

Theod. Logo seguindo a doutrina que vos dei , fallando da Optica , quando vos disse que os corpos á proporção da sua distancia appareção mais pequenos , segue-se que o corpo de Venus agora ha de apparecer quasi 7 vezes maior , que quando está como Lua cheia : e assim posto que agora vejamos mui pequena parte do seu hemisferio , ou face illuminada , ha de parecer-nos mais brilhante , que quando parecer Lua cheia. Esta distancia que dou de Venus ao Sol , he a media ; porque humas vezes dista mais do Sol , e outras menos ; e a differença se mede pela *excentricidade* da sua orbita ; isto he , pela distancia que tem o Sol do verdadeiro centro da elipse. A *excentricidade* pois de Venus vale quasi 124 semidiametros da terra ; e assim comparando a sua maxima distancia do Sol com a minima , a differença que importa dobrada *excentricidade* , somma quasi 248 semidiametros da terra.

Destá distancia de Venus a respeito do Sol se segue , que nunca a poderemos ver separada d'elle mais de 47 grãos e 48 minutos. Sentemo-nos , e profigamos com o discurso sobre Venus. O Grande Bianchini (1) que nos dá mui exacta imagem deste Planeta , lhe descobre varias manchas. Conta sete no seu Equador , e duas nos pólos ; e em obsequio do nosso Grande Rei , e de sempre saudosa lembrança o Senhor D. João

O

(1) *Hesperi & Phosphori nova phaenomena*, cap. 4.

o V. , lhe poz o seu nome na primeira, chamando-lhe *Mar Regio* de João o V. ; á segunda chama *Mar do Infante D. Henrique* ; á terceira *Mar do Rei D. Manoel* ; em fim dá outras a varios Portuguezes famosos, ou que descobrirão as conquistas de Portugal. Mas depois que visteis as manchas da Lua , supponho que não me duvidareis disto , ainda que o meu Telescópio as não descubra ; porque o de Bianchini era de 150 palmos de comprido , e muito melhor.

Eug. E tambem ha de ter seus montes e valles como a Lua.

Theod. Vós dizeis isso por conjectura ; porque sendo hum corpo grande e opaco , naturalmente será escabroso , e as escabrosidades proporcionadas ao seu volume , serão montes altíssimos ; porém o caso he , que na realidade os tem , como lhe observou Mr. *De la Hire* (1) ; e por isso quando se vê desfalcada , a linha com que a sombra se divide da luz , tambem he tortuosa , como na Lua

Eug. Ahi fallastes no volume de Venus , mas não me dissestes ainda que tamanho tinha á proporção da Terra.

Theod. Venus tem hum volume sensivelmente igual ao da Terra (2). Isto he quanto á sua

(1) *Memoir.* de l' *Academ.* an. 1700.

(2) O volume de Venus , segundo o calculo de Mr de la Lande , he a respeito da Terra como 91.822 para 100.000.

sua natureza e tamanho de Venus ; vamos agora aos seus movimentos.

Eug. Já sei que anda á roda do Sol , como Mercurio ; mas não sei o tempo que gasta no seu giro.

Theod. Gasta no seu giro , a que chamamos tambem *periodo* , 224 dias , 16 horas , 41 minutos , e 32 segundos.

Silv. Isto vai com bem miudeza ; se ella andasse cá pela terra , não lhe poderião contar os passos mais miudamente.

Theod. Aqui vereis como os Astronomos são seguros e escrupulosos nas suas medidas ; e quando elles concordão todos n'uma cousa , por certissima a devemos dar ; pois bem vedes que em muitas não concordão , como já vos disse. E de caminho ide observando , Eugenio , que isto a seu tempo ha de servir ; que quanto os Planetas mais vão distando do Sol , mais tempo gastão no seu periodo ou volta. Mercurio gasta 87 dias , que são quasi 3 mezes ; e Venus conforme 224 dias , que são 8 mezes pouco mais ou menos. Falta dizer-vos quanta he a inclinação da orbita de Venus a respeito da Eclitica ou caminho do Sol , para saber o que este Planeta se pôde desviar do Sol na sua conjunção , ou opposição. A inclinação pois da orbita de Venus são sómente 3 grãos , 23 minutos e 20 segundos. Ainda resta outro movimento de Venus , a que chamão de *vertigem* , ou *rotação* , que he andar Venus á roda de si
mes.

mesma como peão , assim como disse que andava o So'.

Eug. E também Venus anda á roda de si mesma ?

Theod. Como tem manchas , por ellas se pôde conhecer se tem este movimento , e quanto tempo gasta nelle. Seguindo o Bianchini , que he texto nas observações de Venus (1) , gasta em huma revolução 24 dias , e quasi 8 horas. Ultimamente o que agora me occorre dizer-vos ácerca de Venus , he huma grande dúvida , em que hoje estão os Astrónomos , sobre se tem algum Satellite , como a Terra , Jupiter , e Saturno. Cassino , grande Astrónomo , no Tratado da luz Zodiacal , diz que em 1672 observára huma como nuvemfinha clara junto de Venus , que teria quasi a quarta parte do seu diametro : 14 annos depois teve occasião de tentar nova observação , e com mais clareza vio que a tal nuvem clara teria , a respeito de Venus , a mesma proporção , que tem a Lua com a Terra. *David Gregorio* , também grande Astrónomo (2) , falla mais resolutivo neste ponto. Porém na Historia da Academia Real de Paris (3) acho que hum célebre Inglez *Short Scoto* no anno de 1740 com hum

Te-

(1) *Hesperii & Phosphori nova phænomena*. cap. 5.

(2) *Astron. Phys.* lib. 6. pag. 710. da Edição de Genebra.

(3) *An.* 1741. pag. 124. da Edição de Paris.

Telescopio de reflexão de 16 pollegadas, distinctamente observára em Venus hum Satellite, que distava della 10 minutos e 20 segundos. Alguns tempos depois repetio a observação; mas de balde. Ultimamente M. Baudouin apresentou á Academia de Paris em 1761 hum observação feita em Limoges no mesmo anno por M. Montaigne com bastante exacção; mas não he ainda de modo que se possa dar por certo o Satellite. Vamos aos demais Planetas.

Silv. E não dizeis nada dos habitantes de Venus, que passem lá pelos seus montes e valles?

Theod. O que disse dos habitantes da Lua, se pôde applicar aos de Venus, posto que aqui lhe acho outra difficuldade, e muito maior em Mercurio; e he o grande calor do Sol, que padecerião os habitantes em tão pouca distancia do Sol; e tambem porque em Venus, como se revolve em 24 dias, dura o Sol em qualquer lugar da sua superficie 12 dias continuos, sem haver o intervallo das nossas noites, em que se refrigerem; e hum tão grande calor, e tão continuado, não me parece que deixará ser habitavel o paiz; eu pelo menos não o invejo.

Silv. Nem eu tambem.

§. II.

Da Terra e Marte.

Theod. **N**O's estamos em Planeta mais accommodado: fallo pela frase dos Copernicanos, que chamão á nossa Terra hum Planeta. Estes dizem que a Terra se move á roda do Sol, como Venus; mas em distancia maior. Nós havemos de fallar humma tarde de vagar sobre este systema, e então vos direi a minha opinião: por ora, para não interromper a serie que levo, tocarei no que elles dizem de passagem. Dizem pois que a Terra he hum Planeta, que dista do Sol (24. 275) vinte e quatro mil, duzentos e setenta e cinco semidiametros da Terra, que reduzidos a leguas Portuguezas, são (25:028. 409) vinte cinco contos, e vinte oito mil, quatrocentas e nove leguas; he a mesma distancia, que eu dei ao Sol hontem. Esta Terra nesta opinião he hum Planeta redondo, opaco, e escuro, pouco maior que Venus. Quando humma tarde fallarmos da Terra com miudeza, vos darei bem exacta idéa da sua figura, e grandeza. Esta Terra pois, dizem os Copernicanos, que gira á roda do Sol em 365 dias, 5 horas, 48 minutos, e 45 segundos; ou em menos palavras, que faz o giro á roda do Sol em hum anno completo. Além dis-

disso , tambem dizem que tem seu movimento de rotaçãõ á roda do seu eixo ; e deste modo ie fôrma o dia e a noite ; sendo dia , em quanto nós andamos á vista do Sol ; e sendo noite , quando voltamos pela parte que o não vê. Esta rotaçãõ , a que elles chamãõ movimento diurno , se faz no espaço de 23 horas , 56 minutos , e 4 segundos. Não são 24 horas completas , pela razão que eu vos direi em seu lugar. Tambem a Terra tem a sua orbita excentrica , isto he , não lhe fica o Sol bem no centro della , fica mais para hum lado ; e por isso nem sempre a Terra guarda a mesma distancia do Sol. A sua excentricidade vale quasi 408 semidiametros da Terra ; e por conseguinte comparando a maxima distancia do Sol á Terra com a distancia que tem quando está mais perto , vem a ser a differença quasi 816 semidiametros , que importão (840. 956) oitocentos e quarenta mil , novecentos e cincoente e seis leguas. E tanto fica o Sol mais perto de nós de inverno , do que de verão ; por quanto de inverno he a menor distancia , ou perihelio da orbita da Terra , ou da do Sol. Esta orbita não tem inclinação alguma á Eclitica , pois na opinião destes Astronomos , ella he a mesma Eclitica ; e no mesmo circulo , em que o Sol se move á roda da Terra , dizem elles que a Terra se move á roda do Sol. As miudezas deste systema , que he admi-

ravelmente engenhoso , pedem outra occasião. Isto basta por ora.

Silv. Vós chamaes-lhe engenhoso , eu não vi maior despropósito , nem cousa mais claramente falsa.

Theod. Devagar , Silvio : digo que he engenhoso , porque eu vos mostrarei o motivo que tem hoje todos para confessar o que eu confesso. Vamos a Marte , que he o quarto Planeta neste systema.

Eug. E creio que no que pertence a Marte já todos os Astronomos concordão , e que só a differença entre elles he ácerca da Terra.

Theod. Assim he. Marte he hum globo opaco como os outros Planetas , e reflecte a luz do Sol , e com essa he que brilha ; porém he mais amortecida que a de Venus , e mais avermelhada. Vejamo-lo com o Telescópio , que lá o temos defronte de nós.

Eug. Até com os olhos se vê a sua luz algum tanto vermelha , se a imaginação me não engana.

Theod. Ahi está o Telescópio apontado , vede-o.

Eug. Cá o vejo : he muito mais pequeno que Venus.

Silv. Basta estar muito mais distante.

Theod. Por essa razão certamente havia de parecer muito menor ; porém além disso elle na verdade he muito mais pequeno. Vede , Silvio.

Silv. E muito embaçada he a sua luz , e algum

gum tanto tira para vermelha : está bem posto o nome de Marte pelo que tem de sanguineo.

Theod. Reparai, que talvez lhe vejais huma mancha escura no meio (*Estamp. 2. fig. 6.*). *Est. 2.* Dizem que foi Francisco Fontana o primeiro fig. 6. que lha observou.

Silv. Lá me parece que a vejo. Como já vi as da Lua, não duvido que Marte tambem as tenha.

Eug. Eu quero vella lá está quanto mais applico a vista, e vou reparando, melhor a vejo.

Theod. He necessario huma pessoa acostumar-se a ver pelo Telescopio, para ver bem por elle; porque o crystallino dos olhos vai pouco a pouco tomando a figura conveniente, e a alma vai-se esquecendo das imagens estranhas, que antes immediatamente tinha percebido pela vista, e póde reparar mais nesta que agora percebe. Advirto que o grande Maraldi testifica que lhe tem observado varias manchas e faxas escuras, mas mudaveis; o que dá fundamento a crer que Marte tem alguma *atmosfera* á roda de si, e que essas manchas mudaveis serão nuvens. E lembro-me que já li huma observação (não me lembra de quem era) que confirmava este pensamento; porque quando Marte hia encubriendo alguma Estrella á nossa vista, hum pouco antes que a occultasse, e hum pouco depois de se manifestar, mudava algum tanto de côr a Estrella, ficando per-

perturbada a sua luz , signal de que começava a occultar-se primeiro pela *atmosfera* transparente que rodeava o Planeta. Porém a *atmosfera* de Marte não haveis de vós ver, Eugenio.

Eug. Não ; porém tenho visto a sua figura , e côr ; e sei que he muito mais pequeno que Venus : mas quanto será mais pequeno que a Terra?

Theod. Os calculos que fizo , dão-lhe mais de metade do diametro da Terra , o que reduzido a leguas Portuguezas , são 1. 383 leguas das nossas ; e de superficie tem (6 : 013. 561) seis milhões , e treze mil , quinhentas e sessenta e humas leguas quadradas ; o que vem a ser menos da ametade da superficie da Terra. Ultimamente o seu volume he quasi tres vezes menor que o volume da Terra.

Eug. E que distancia tem do Sol?

Theod. A distancia reduzida a semidiametros da Terra dá (36. 989) trinta e seis mil , novecentos e oitenta e nove semidiametros : em leguas Portuguezas vale esta distancia (38 : 135. 607) trinta e oito contos , cento e trinta e cinco mil , seiscentas e sete leguas. Esta he a distancia media de Marte ao Sol.

Eug. E quanta he a excentricidade da sua orbita ? Eu imagino que daqui depende saber quanta differença vai da distancia media á maxima , ou minima.

Theod. Dizeis bem ; porque accrescentando a
ex-

excentricidade á distancia media , temos a maxima ; e delcontando-a , temos a minima. A excentricidade pois de Marte vale 3. 451 semidiametros e meio , que importa tudo em (3 : 558. 539) tres centos , quinhentas e cincoenta e oito mil , quinhentas e trinta e nove leguas. Vamos ao tempo que gasta no seu periodo á roda do Sol : são 686 dias , 22 horas , 18 minutos , e 27 segundos , ou quasi dous annos : falta-lhe mez e meio.

Eug. Pois Marte não gasta vinte e quatro horas em correr o Ceo todo , como fazem as Estrellas ?

Theod. Valha-vos Deos , Eugenio : isso he o movimento á roda da Terra ; porém nós ainda não fallámos senão do movimento dos Planetas á roda do Sol ; o movimento dos Astros todos em 24 horas á roda da Terra pede discurso á parte.

Eug. Tenho percebido. Dizei-me agora : E Marte tambem tem movimento de vertigem , ou rotação á roda do seu centro ?

Theod. Tambem ; e gasta em huma rotação 24 horas e 40 minutos.

Eug. Anda muito mais ligeiro que Venus , que gasta vinte e quatro dias.

Sily. Venus he Dama e Senhora , e Marte he Soldado , deve dar voltas com mais presteza , e Venus com mais gravidade.

Theod. Gastaís bom humor : os Astronomos tem pensamentos mais serios.

Sily.

Silv. Sim, e mais melancolicos: ide proseguindo, e vede lá não vos escape hum minuto, ou huma pollegada mais nella distancia, que he caso para pèrder muitas noites ao lereno. Eu não era para essa vida. Mas continuemos.

Theod. Advirto-vos agora, que se fallarmos da distancia de Marte a nós, he muito diversa; porque Marte não anda á roda da Terra, mas á roda do Sol; posto que tambem comprehenda a Terra no ambito do seu giro: e por este discurso já vedes que humas vezes Marte ha de ficar muito perto de nós, outras muito longe. Agora supponhamos nós que está Marte em *Opposição* com o Sol, isto he quando nos fica o Sol de huma parte, e Marte da opposta em correspondencia: neste caso, temos Marte muito perto de nós; porque toda a distancia do Sol a Marte são pouco mais de 38 milhões de leguas; porém nós ficamos no caminho que vai do Sol a Marte, e distamos do Sol 25 milhões e pouco mais, restão 13 milhões de leguas de nós até Marte; e por isso elle ás vezes apparece muito mais perto de nós do que o Sol; porém quando Marte anda na volta além do Sol, e chega á *Conjunção*, fica mui longe de nós; porque d'aqui até ao Sol são 25 milhões de leguas, do Sol até Marte são 38; somma tudo mais de 63 milhões de leguas, e cá na *Opposição* crão sómente 13. Vede que differença,

Eug.

Eug. He maior do que eu imaginava.

Theod. Falta ainda dizer a inclinação da orbita de Marte a respeito da Eclitica , ou orbita do Sol ; porque nenhum Planeta concorda com elle , todos cruzão os caminhos em duas partes ou *Nós* ; porém a orbita de Marte differe mui pouco , e só tem de inclinação 1 grão , e 52 minutos ; vem a fer quasi dous grãos. No que toca a isto , vós , Silvio , concordais maravilhosamente.

Silv. E porque não ? se isso são cousas demonstradas , e tambem os nossos Filósofos concordão nisso.

§. III.

De Jupiter , e seus Satelites.

Eug. **Q**ue mais tenho que saber de Marte?

Theod. Não me occorre mais nada , que haja de dizer agora ; por quanto o que falta , só o podereis perceber bem , quando fallarmos do jogo admiravel de todos os Planetas entre si. Entremos a fallar de Jupiter ; e vamos visitallo com o Telescopio , porque gostareis de o ver.... Ahi o tendes.

Eug. Venus me parecia huma Lua quasi nova , e Jupiter visto pelo Telescopio parece huma Lua cheia : he formoso ; e a sua luz
mui

mui brilhante e clara , bem semelhante á de Venus. Chegai , Silvio.

Sil. Isto agora he outra cousa mui diversa de Marte : he clarissimo , e mui grande.... Tenho visto.

Theod. Ainda que a distancia em que Jupiter está a respeito do Sol , he mui grande , o seu disforme volume , e a claridade da sua luz compensão asás a distancia. Entre todos os corpos Celestes do systema solar , he o maior abaixo do Sol. Se o compararmos com a Terra , he 1.479 vezes maior que ella. E já vedes que he globoso : porém quero advertir-vos , que Jupiter na realidade não he globo perfeitamente esferico ; he como huma laranja algum tanto chata , que não tem tanto comprimento no diametro que vai de alto a baixo , como no que vai de hum lado ao outro. A esta figura chamão os Geometras *esferoide* : tomai de memoria este nome ; porque esta he a figura da Terra , como vos direi a seu tempo.

Eug. Eu pelo Telescopio não lhe conheci desigualdade nos diametros , como dizeis.

Theod. Basta que lha tenham conhecido os Astronomos , que usão de melhores Telescopios , e outros instrumentos exactos , que são para isso precisos.

Eug. Não duvido.

Theod. Vamos ao pezo de Jupiter , e á sua densidade , porque ha modo para se poder calcular ; o que não succede a Marte , nem
Ve-

Venus , nem Mercurio : a seu tempo eu vos direi a razão. Sendo Jupiter 1.479 vezes maior que a Terra , no seu pezo não a excede tanto como no volume , porque não he tão denso como ella. Tomando absolutamente as quantidades de materia , que ha em Jupiter e na Terra , ou os pezos absolutamente , he Jupiter mais pezado que a Terra 340 vezes ; e por este calculo vem a ficar a Terra mais densa que Jupiter quatro vezes , e alguma cousa mais.

Eug. Por esse vosso discurso he Jupiter da mesma densidade que tem o Sol , o qual me dissestes hontem que era 4 vezes menos denso que a Terra.

Theod. Assim disse ; porém o Sol ainda he alguma cousa mais denso que Jupiter ; por isso a Terra excede na densidade a Jupiter mais alguma cousa , além das 4 vezes , e não chega a exceder ao Sol quatro vezes perfeitamente , como hontem vos disse (1).

Silv. Se vós tivesséis balanças para pezar esses immensos volumes , e os tivesséis á mão , não podíeis fallar nessa materia com mais miudeza , e segurança.

Theod. Tudo isso vence a paciencia , e o discurso , e o estudo dos Astronomos , que ajuntão a observação com a Mecanica Celeste. Segue-se agora a distancia de Jupiter ao Sol : como elle se move em Elise á roda do Sol , ora dista mais , e ora menos ; porém a distancia media vale (126.258)

cen-

156 *Recreação Filosófica*

cento e vinte e seis mil , duzentos e cincoenta e oito semidiametros da Terra ; porém reduzindo tudo a leguas Portuguezas , são (130 : 172 . 249) cento e trinta milhões , e cento e setenta e duas mil , duzentas e quarenta e nove leguas. A excentricidade vale 6.136 semidiametros , que são , reduzindo-os a leguas , (6 : 326 . 430) seis contos , trezentas e vinte e seis mil , quatrocentas e trinta leguas. Isto accrescentado á distancia media , faz a maxima distancia de Jupiter ao Sol.

Eug. Bem sei ; e tirada essa conta da distancia media , fica a distancia minima. Porém isto he fallando de Jupiter a respeito do Sol ; mas a respeito da Terra , que distancia tem ?

Theod. Quando está em conjunção com o Sol , nascendo junto com elle , e pondo-se ao mesmo tempo ; como anda na volta de além do Sol , fica mui longe de nós ; e importa essa distancia em (155 : 200 . 658) cento e cincoenta e cinco milhões , e duzentas mil , seiscentas e cincoenta e oito leguas. Porém quando anda em opposição do Sol , só dista de nós (105 : 143 . 840) . cento e cinco milhões , cento e quarenta e tres mil , oitocentas e quarenta leguas.

Silv. Ouço fallar em milhões de leguas como quem falla em varas , ou braças.

Theod. A nossa imaginação costumada á pequenez destas cousas terrenas , estranha quando se levanta á admiravel fabrica do

Palacio do Omnipotente : profigamos. Sendo pois tanta a distancia de Jupiter ao Sol, tambem cresce o tempo que elle gasta em dar hum giro á roda delle ; porque se Marte gasta quasi dous annos , para Jupiter são precisos quasi doze , porque gasta 4.330 dias , 8 horas , 58 minutos e 27 segundos , que são 11 annos , 312 dias , 17 horas , 2 minutos e 12 segundos , dando a cada anno 365 dias , 5 horas , 48 minutos , e 45 segundos , isto he , quasi doze annos.

Eug. Vai grande differença.

Theod. Porém o movimento de rotação á roda do seu eixo he velocissimo , porque só gasta 9 horas e 56 minutos ; e d'aqui , quanto a mim , póde proceder ter Jupiter tão pequena densidade ; pois , como disse , he menos denso que o Sol ; porque a grande força *centrifuga* adquirida com a velocissima rotação impede muito a gravidade mutua das partes , e não as deixa chegar tanto para si , e fica o corpo menos denso ; pelo menos he certo que deste movimento e força *centrifuga* nasce o ser mais alto no seu Equador , e ter figura esferoide. A inclinação da sua orbita a respeito da Eclitica he mui pequena , vale só hum gráo , 19 minutos e 10 segundos.

Silv. Sentemo-nos , que insensivelmente ficámos ao pé do Telescópio , sem necessidade alguma , recebendo o luar.

Theod. Ora tende mais hum pouco de incommodo , e tornai a ver Jupiter , porque ain-

158 *Retreação Filosofica*

ainda não reparaſtes n'umas cintas negras que tem : eu vos accommodo o Teſcopio á voſſa viſta , que , como he diverſa da mi-nha , poderá não eſtar no ponto preciso Vede ; porém eſperai hum pouco que os olhos ſe coſtumentem ao Teſcopio , e então me direis o que vedes.

Eſt. 2.
fig. 7.

Silv. Cá vou vendo (*Eſtamp.* 2. fig. 7.) hu-mas cintas eſcuras , que o atravêſão de parte a parte ; e creio que o cingirão em redondo.

Eug. Deixai-mas ver.

Silv. Vede....

Eug. Não ha dúvida : eu vejo-as clariffima-mente.

Theod. Pois ſabei que ás vezes tem duas , ás vezes tres cintas , e humas vezes ſão mais chegadas entre ſi , outras mais affaſtadas. O grande Caſſino obſervou-lhe , além das faxas eſcuras , huma nodoa , que lhe durou tres annos continuados ; depois deſappare-ceo , e tornou a apparecer alternativamen-te , de ſorte que deſde o anno de 1665 até 1708 tem apparecido 8 vezes. Mas antes que deixemos o Teſcopio , vede os Sate-lites de Jupiter , ou as ſuas Luas , que lhe fazem corte e acompanhamento : ſão 4.... lá os tendes (*Eſtamp.* 2. fig 8.).

Eſt. 2.
fig. 8.

Eug. Eu vejo dous de cada parte. Vede ,
Silvio. Todos eſtão n'uma carreira direi-ra.

Silv. São humas eſtrellinhas mui claras , e mui vivas : a iſto chamais vós Satelites de Ju-

Jupiter ; eu creio que são Estrellas do Céo , e destas achateis quantas quizerdes.

Theod. Silvio não crê nada senão á força : não são Estrellas , eu vos mostro huma Estrella pelo Telescópio , e vereis a differença Vede.

Silv. Tendes razão ; estoutra luz dos Satelites he muito mais viva e clara , e não scintilla.

Theod. Ora sentemo-nos . . . Já vos disse , que á roda de Jupiter andão quatro Satelites ou Luas , que são huns globos opacos , como os demais Planetas , e por isso padecem frequentes eclipses ; porque como girão á roda de Jupiter , e este faz sua sombra para a parte opposta ao Sol , muitas vezes entram nella ; e em quanto a não atravessão ficam ás escuras ; assim como succede á nossa Lua , quando entra na sombra da Terra , de quem he Satellite. Além disso , por mais tres motivos se podem occultar os Satelites ; hum he quando passão por diante de Jupiter , porque a sua luz confunde-se com a de Jupiter. Tambem quando passão por detrás d'elle , se não podem ver : adverti , que muitas vezes estão escondidos attás de Jupiter , e não estão eclipsados ; porque o Sol ficando de ilharga lá os póde allumiar ; e outras vezes ficando desembarçados de Jupiter , e bem para a ilharga , se eclipsão de repente ; porque se para esse lado cahe a sombra de Jupiter , ficando-lhe o Sol da parte opposta , forçosamente se

se hão de eclipsar. Além destes motivos, ainda ás vezes se não deixão ver bem; e isso succede, quando hum Satellite cá na volta de diante corresponde ao outro que vem na volta detrás, de sorte que a vista os confunde; e já me tenho visto bem embaraçado com isto; porque sabendo pelas Efemerides, que não podião estar eclipsados, me faltava hum Satellite; porém pouco a pouco desencontrando-se entre si, via que de hum se me fazião dous; e conhecia o engano.

Silv. Para tudo se requer experiencia.

Theod. Tambem outra cousa embaraça os que não a tem; porque achão nos livros que os Satelites sempre andão em giro á roda de Jupiter, e nunca os vem senão n'uma linha recta com o mesmo Jupiter, e admirão-se; mas he porque não advertem que os circulos, que fazem os Satelites á roda do seu Planeta, estão dispostos de modo, que só os podermos ver de topo; e assim parecem huma linha recta; do mesmo modo que se eu pegar n'um arco de pipa, e o puzer horizontalmente diante dos vossos olhos, vós sabereis que he circulo, porque o vistes já n'outra postura; porém nesta, que digo, haveis de confessar que parece huma linha recta.

Eug. Assim he.

Theod. Logo o mesmo ha de succeder ás orbitas dos Satelites. Nós na situação em que estamos, só podemos ver que elles se che-
gão

gão para Jupiter, e que pasão para a outra parte, e que se vão affastando d'elle até certo ponto, e d'ahi tornão a buscallo, e pasão por elle para a outra parte: porém o discurso suppre a falta da vista, e conhecemos que pasão para huma parte por diante, e tornão a repassar por detrás, e assim andão n'um giro continuado.

Eug. Percebo: porém ainda falta saber as distancias dos Satelites a respeito de Jupiter, e os seus tamanhos, e movimentos.

Theod. Parece que desejaes saber muito: as distancias e movimentos vos direi eu; mas as suas grandezas não. Bem creio eu que são maiores que a Lua, e talvez ainda maiores que a Terra, porque a distancia, em que se vem, he excessiva; porém não ha ainda observações sobre que se possa formar calculo que mereça credito. Nas distancias, e movimentos ha certeza. O primeiro e mais chegado a Jupiter dista do centro do Planeta 5 semidiametros de Jupiter e dous terços; faz o seu giro em 1 dia, 18 horas, 27 minutos, e 33 segundos. O segundo Satellite dista do centro de Jupiter 9 semidiametros; e no giro gasta 3 dias, 13 horas, 13 minutos e 42 segundos. O terceiro dista 14 semidiametros, e dous quintos; gira no espaço de 7 dias, 3 horas, 42 minutos, e 33 segundos; ultimamente o quarto Satellite dista 25 semidiametros e hum terço, e revolve-se á roda de Jupiter em 16 dias, 16 horas, 32 minutos, e 8 segundos.

E antes que vós , Eugenio , me pergunteis da sua rotação á roda dos proprios eixos , e das suas manchas , e outras cousas mais , que se não sabem , vamos a Saturno.

Silv. Os criados de Jupiter não merecem aos Astronomos tanta attenção como seu amo.

Theod. Muita attenção devem aos Astronomos ; e com razão , porque servem os seus eclipses de dar grandissima luz á Geografia ; porém não podem alcançar os nossos Telescopios essas miudezas.

Eug. Que boas diligencias lhe terão feito !

§. IV.

De Saturno , e seu Anel , e Satelites.

Theod. **R** Esta-nos Saturno , o ultimo dos Planetas Primarios. A sua figura he bem fóra do ordinario , porque he hum globo mettido dentro de hum anel chato , e largo ; não quero que vós me creais ; dai credito aos vossos olhos. Eu vo-lo mostro. . . Vede-o (*Estamp. 2. fig. 9.*).

Est. 2.
fig. 9.

Eug. Não ha figura mais extravagante : he huma bola de prata dentro de huma bacia de prata.

Theod. Não tendes razão ; porque não tem fundo essa que chamais bacia : he hum anel solto ; e o que vedes por baixo do anel he

he o restante do globo , ou corpo de Saturno.

Silv. Deixai-me ver isso A mim parece-me hum chapéo de dous ventos accomodai-me , Theodosio , o Telescopio á minha vista Agora vejo bem : tendes razão , Theodosio ; he hum annel , e mui largo por comparação da bola ; porque das ilhargas ficão dous váos entre a bola e o annel.

Theod. Ora já que o tendes á vista , reparai em varias cousas , que servem para o nosso ponto. Primeiramente no annel não se lhe percebe grossura ; e bem se vê que he chato , e largo. Além disso , por baixo do annel se ha de ver no corpo do Planeta huma como franja escura , que pende do annel : reparai bem , Silvio ; e depois Eugenio se certificará.

Silv. Assim he ; tambem tem sua cinta escura. Vede , Eugenio.

Eug. Não ha dúvida.

Theod. Não he cinta de Saturno isso que vedes ; he sombra , que faz o annel , e cahe no corpo de Saturno. Reparai : o annel recebe luz do Sol pela parte de cima ; e por isso o vedes claro como prata ; e assim deve fazer sombra para baixo ; e essa parte de Saturno , que fica encuberta com o annel , havemos de vella escura , porque lhe não dá a luz do Sol. Quando porém o annel recebe a luz do Sol pela face debaixo , então fica Saturno do annel para baixo totalmente claro ; mas sobre o annel immediatamente

apparece huma como finta eſcura , que he a ſombra que faz o meſmo annel para ſima (1). Neſte caſo fica inviſivel o annel cá para nós , porque nos volta a face eſcura , e não ſe pôde perceber ; e apparece Saturno como huma bola atravellada com huma faxa negra (*Eſtamp. 2. fig. 10.*). Outras vezes apparece Saturno ſem annel , não porque o perdeſſe , mas porque eſtá voltado de modo , que o vemos de topo ; e então fô poderíamos perceber a ſua groſſura , ſe ella foſſe ſenſivel ; mas não podemos ver nenhuma das ſuas faces (2). E quando o annel vai mudando de poſtura , que começamos a ver huma face delle , parece que nãſcêrão a Saturno duas azas pequeninas , e faz eſta figura , que aqui vos deſenho com o lapis (*Eſtamp. 2. fig. 11.*) ; e quanto mais ſe vai voltando o annel , mais viſivel fica , como agora o viſtes no Ceo. Advirto porém que nunca ſe volta de todo , para o vemos de chapa.

Eug. Deſſe diſcurſo ſe colhe que o annel he da meſma materia , e natureza que os outros Planetas , porque he opaco como elles. E que vem a ſer eſte annel?

Theod. A melhor opinião diz que he huma mul-

(1) Iſto ſuccede todas as vezes que o plano do annel continuado paſſaria por entre a Terra e o Sol.

(2) Eſte ſegundo caſo de ficar o annel inviſivel , ſuccede quando o plano do annel ſe continuãſſem viria a dar na Terra.

*Eſt. 2.
fi. 10.*

*Eſt. 2.
fig. 11.*

multidão de Satelites, que em determinada distancia de Saturno se revolvem em suas orbitas; os quaes ainda que na realidade não estejam juntos, e tocando huns nos outros, contudo, como os vemos de muito longe, confunde-se a luz de huns com a dos outros, e parece huma chapa de prata continuada.

Eug. Por isso o anel não ajusta com o corpo de Saturno; porque os Satelites, ainda os mais vizinhos, não hão de roçar pela sua superficie, mas sempre conservarão sua tal ou qual distancia della. Porém devem ser innumeraveis, para occuparem todo o espaço que occupa o anel.

Theod. O Omnipotente quando os creou, tão pouca difficuldade tinha em fazer hum só, como em produzir milhões de milhões de Satelites. Logo trataremos dos cinco Satelites distintos, que o acompanhão em maior distancia; vamos acabar de fazer exame sobre o corpo de Saturno. O seu diametro he pouco mais de dez vezes maior que o da Terra, e tem das nossas leguas (20.833) vinte mil, oitocentas e trinta e tres. A superficie he quasi 103 vezes maior que a da Terra, e contém (1;364:554.586) mil, trezentos e sessenta e quatro mil, quinhentas e cincoenta e quatro mil, quinhentas e oitenta e seis leguas quadradas. Ultimamente comparando o seu volume com o da Terra, he 1.030 vezes maior que o della. Falta agora dizer o seu pezo. Como

mo tem Satelites , que girão á roda delle , temos methodo para isso , e sahe o pezo de Saturno quasi 107 vezes maior que o da Terra. Ora sendo Saturno 1. 030 vezes maior que a Terra no volume , e excedendo-a só 107 vezes no pezo , bem se vê que he muito menos denso que a Terra , e assim comparando as duas densidades entre si , vem a ser a Terra quasi 10 vezes mais densa que Saturno. Isto he no que toca ao corpo de Saturno , que o anel não se pôde pezar.

Eug. E tem algumas manchas fóra a sombra do anel?

Theod. Eu não lhas vi ainda ; porém , como já vos disse , não me admiro , porque não he dos melhores o meu Telescópio , posto que grande. Cassino lhe vio tres taxas ; porém a do meio era tão debil , que só com hum Telescópio de 171 palmos a podia ver.

Sily. He enorme grandeza de Telescópio.

Theod. Tudo he preciso para as nossas observações ; e ainda assim quando não chegamos a ver , accommodamo-nos ; e não aventuramos o nosso discurso meramente sobre a imaginação , como fazião os Filósofos algum dia , que assentavão que o mesmo era representar-se-lhes huma cousa na sua idéa , que logo ser assim na realidade. Isto digo eu , até contra muitos Modernos ; não he só contra os vossos Peripateticos.

Sily. Vamos a saber que distancia tem Sa-
tur-

turno do Sol, que he o que agora nos importa.

Theod. A sua distancia media são (231.576) duzentos e trinta e hum mil, quinhentos e ferenta e seis semidiametros da Terra; e reduzindo esta distancia toda a leguas novas, são (238:755.242) duzentos e trinta e oito milhões, setecentas e cincoenta e cinco mil, duzentas e quarenta e duas leguas. Isto he fallando da distancia media. Agora para saberdes quanto ella cresce ou diminue, he preciso saber a excentricidade. Vale pois a excentricidade 12.917 semidiametros, que reduzidos a leguas, são (13:317.616) treze milhões, trezentas e dezefete mil, seiscentas e dezefeis leguas; e por conseguinte Saturno dista do Sol na menor distancia (225:437.626) duzentos e vinte e cinco milhões, quatrocentas e trinta e sete mil, seiscentas e vinte e seis leguas; e na maior distancia (252:072.858) duzentos e cincoenta e dous milhões, e setenta e duas mil, oitocentas e cincoenta e oito leguas. Esta he a distancia de Saturno ao Sol.

Eug. E quanto dista da Terra?

Theod. Já sabeis que havemos de considerar Saturno em dous pontos. No ponto mais distante lá além do Sol, que he na conjunção com elle, e succede quando Saturno nasce com o Sol, e com o Sol se põe, aqui dista muito de nós; porque são (263:783.651) duzentos e sessenta e tres mi-

milhões , setecentas e oitenta e tres mil , seiscentas e cincoenta e huma leguas. Porém no ponto da sua opposição fômente dista de nós (213 : 626. 833) duzentos e treze milhões , seiscentas e vinte e seis mil , oitocentas e trinta e tres leguas. Tendes tomado sentido no modo de contar?

Eug. He accrescentar, ou tirar da sua distancia media a distancia de nós ao Sol.

Theod. Isto he. Vamos agora ao tempo do seu periodo. Gasta pois Saturno 10. 749 dias, 7 horas, 21 minutos, e 50 segundos, que reduzidos a annos, fazem 29 annos, 157 dias, 6 horas, 48 minutos e 5 segundos. A semelhança e analogia com os outros Planetas dá fundamento para se suspeitar, que elle tambem se moverá á roda do seu eixo ; mas não ha observação que o prove. A sua orbita tem a respeito da Eclitica 2 grãos de inclinação 30 minutos e 20 segundos.

Eug. Faltão-nos os 5 Satelites.

Theod. Todos tem suas particulares distancias ; e á proporção , diversos tempos de periodo ou giro. O primeiro e mais chegado a Saturno dista d'elle , ou , para fallar em rigor , dista do centro de Saturno quasi dous semidiametros do anel (1). Faz o seu giro em 1 dia , 21 horas , 18 minutos e 27 segundos. O segundo Satellite dis-

(1) O primeiro Satellite dista do centro de Saturno semidiametros $1 \frac{1}{5}$

distâ 2 semidiametros e meio ; gasta em girar 2 dias , 17 horas , 44 minutos e 22 segundos. O terceiro distâ 3 semidiametros e meio ; o seu periodo he de 4 dias , 12 horas , 25 minutos e 12 segundos. Reparaí que os mais distantes sempre gastão mais tempo , semelhantemente ao que fazem os Planetas grandes á roda do Sol. O quarto Sateíte distâ 8 semidiametros ; e revolve-se á roda de Saturno em 15 dias , 22 horas , 34 minutos e 38 segundos. A distancia do quinto he de 23 semidiametros ; e a sua volta conforme 79 dias , 7 horas e 47 minutos. Seguem-se agora os Cometas : aqui havemos de ter pendencia, amigo Silvio.

§. V.

Dos Cometas , e suas orbitas.

Silv. **S**E a vossa doutrina for opposta á que eu estudei , forçosamente hei de duvidar della , até que a razão me convença. Já eu vejo que vós não sois da opinião de Aristoteles sobre os Cometas. Elle diz , que não são outra cousa mais que ex-halações sulfureas , as quaes , subindo da Terra , se accendem ; e accezas durão em quanto se não consomem. Até aqui eu estava nesta opinião ; e não me apartarei della , senão por força da razão , pela veneração

ção que se deve a hum tão grande homem ; e Mestre do mundo todo.

Theod. De opinião semelhante , posto que com alguma diversidade , forão outros grandes homens , ainda que não lograrão esse honorifico e fingido titulo , que daís a Aristoteles. *Hevelio* e *Argolo* querem que os Cometas sejam vapores e exalações dos Planetas ; outros dizem que são produções da região eterea ; e o grande *Keplero* he desta opinião ; e me admiro de que hum tão grande Astronomo como *Keplero* , seja tão pouco digno de attenção em discurso puramente physico. Outros dizem que o Cometa he huma nuvem mui alta e illuminada pelo Sol ; outros seguem opiniões diversas : porém hoje , creio eu , que nenhum Filosofo , que tenha nome , tal seguirá ; por quanto aos antigos faltarão-lhes as observações que nós hoje temos ; particularmente as do anno de 59 para cá , que tirarão , quanto a mim , toda a dúvida nesta matéria.

Silv. Pois porque não seguiremos algum desses grandes Homens ?

Theod. Primeiramente os Cometas não podem ser exalações da Terra ; porque estas exalações não sobem senão pelo ar , obrigadas do maior pezo delle ; e ainda que vós as vejais lá no Ceo correr a modo de huma Estrella que cahe , tudo isso se fórma mui perto de nós. Assim como o arco Iris parece pintado no Ceo , e se fórma nas pin-

pingas da chuva , que ás vezes cahem de hum a nuvem bem baixa. Portanto não podem os vapores da Terra subir , nem á altura da Lua , quanto mais á altura dos Cometas , que ás vezes he muito maior que a do Sol. Além de que , quando os Cometas passassem por junto do Sol , como v. g. o Cometa do anno de 1680 , que chegou ao Sol tanto , que distava d'elle a sexta parte do diametro do Sol , que calor não havia de experimentar ahi ? e como se não havião de dissipar esses vapores ? Newton calculando pelo calor , que nós experimentamos na força do verão , estando cá tão longe do Sol , o calor que esse Cometa experimentaria , tão perto d'elle , julga que seria 2 . CCO vezes maior que o de hum ferro em braza : e como he crível que tão activo calor não dissipasse esses vapores , no caso que (como dizeis) os Cometas fossem meros vapores da Terra ? O mesmo digo contra a opinião dos que querem que sejam vapores dos outros Planetas , ou nuvens allumiadas pelo Sol. Nós observamos , que os Cometas durão muitos tempos. O célebre Cometa de 59 durou 6 mezes , e ainda mais : e como he crível que durassem tanto tempo as exalações accezas ? Porém ainda he muito mais forte razão para desprezar todas essas opiniões velhas , considerar que todos estes corpos casualmente accezes , e illuminados não poderiam seguir carreira regular e constante ,

como hoje sabemos que seguem os Cometas. A razão , por que tão grandes Homens errarão nesta materia , era porque se persuadião que os Cometas tinham movimento irregular e vagabundo : apparecião-lhes de repente , e passado tempo desapparecião ; corrião muito depressa huns , muito de vagar outros ; e ainda os mesmos , ora depressa , ora de vagar , não seguião a vizinhança de eclitica , como os Planetas ; e por isso todos buscavão causa também errante , contingente , e desordenada ; como são vapores , nuvens , conjunção de estrelas , &c. Porém depois que o Grande *Cassino* , *Haleo* , *Wisthon* , e outros Astrónomos lhes forão seguindo os passos , e como riscando no Ceo o caminho , que elles seguião , e havião de seguir para o futuro , concordarão os Filósofos , que elles são Planetas como os outros ; mas que se movem em elises muito mais excentricas (1). Já desta opinião tinham sido alguns dos antigos Pythagoricos , como lemos em *Plutarco* , *Apollonio Mindio* , a quem na Astronomia louva muito Seneca. O mesmo Se-

ne-

(1) Alguns querem que a linha que descrevem os Cometas , seja não *elise* , mas *parabola* ; porém assim como a elise pouco excentrica se confunde com o circulo , assim a elise summamente excentrica se equivoca com a *parabola* : e segundo as leis da attracção , diz o *Gravesande* num. 3758. que não podem os Planetas seguir outra linha senão a eliptica.

neca (1) claramente a segue , e se atreveo a profetizar o que hoje vemos ; dizendo que algum tempo hãveria quem pudesse seguir os passos aos Cometas , e observar-lhes os caminhos. Mas quem poz em toda a sua luz esta opinião forão *Cassino* , *Newton* , *Bernouille* , *Haleo* , e outros insignes Astronomos e Fysicos.

Silv. E que fundamento tem essa opinião?

Theod. São de duas especies , huns negativos , outros positivos : porque , não sendo os Cometas exhalacões da Terra , nem dos Planetas , nem collecção de Estrellas , ou outra cousa deste genero , que ora se fórma , ora se desmancha , como já provei que não podia ser , segue-se necessariamente , que são corpos perpetuos , que durão e forão creados com os demais Astros no principio do mundo ; e ora se fazem visiveis , ora invisiveis pela diversa distancia em que nos apparecem. Este he o que eu chamo argumento negativo. Além deste ha argumentos positivos que nos persuadem. Os Cometas , segundo as observações dos Modernos , seguem humas linhas em quanto se vem , que são porções de elises ; e só differem dos Planetas , em que são muito estreitas e compridas : tambem se observa , que quando começam a apparecer , cada vez se fazem mais visiveis ; e que pelo contrario , quando desapparecem , não he de re-

pen-

(1) Lib. 7. das questões naturaes cap. 2.
e 17.

rente , mas pouco a pouco se fazem menos visíveis ; de sorte que quando já com a simples vista se não vem , ainda alguns dias se observão com os Telescopios , como nos aconteceu neste celebradíssimo Cometa de 1759.

Silv. O Cometa , que appareceo no anno de 1760 , appareceo logo de repente mui grande.

Theod. A primeira vez que o vio quem pudesse dar razão delle , fim era já mui grande e visível ; porém muitas outras noites antes se havia de poder ver ; e ou o tempo nublado , ou a inadvertencia fez que o não visse Filosofo algum , que pudesse dar razão delle. Vós bem sabeis que o vulgo , quando os Cometas não são mui grandes , nem fórmão cauda , reputão-nos por Estrellas escuras : e manifestamente se prova isto nesse mesmo Cometa de 60 ; porque em toda a França , Inglaterra , Hollanda não houve quem o visse senão de 8 , e 9 de Janeiro por diante ; e já cá em Lisboa o Padre Chevalier do Oratorio , Socio de Londres , e Correspondente da Academia de París , o tinha observado no Collegio das Necessidades ; porque a 7 desse mez me convidou a vello , e o estive observando. Esse dia foi o primeiro , em que foi observado ; nem até ao presente me consta que fosse em alguma outra parte antecedentemente observado. Appareceo na constellação da *Náo Argos* , e parecia maior que hu-

huma Estrella da primeira grandeza: não tinha cauda; nem então a podia ter, porque estava em opposição com o Sol, isto he, por linha recta ficavamos nós entre o Sol e o Cometa. Nesse dia a cauda se havia de estender lá para fima do Cometa, encubriendo-a o seu mesmo corpo, como logo vos direi, fallando das suas caudas. Durou 16 dias a sua observação aqui em Lisboa; e o que a mim me admirou grandemente foi a velocidade inexplicavel do seu movimento proprio: era retrogrado, e na primeira noite corria mais de hum grão em cada hora; nos dias seguintes foi abrandando a furia da sua carreira; mas sempre correo nestes dias em longitude 93 grãos pelos signos de *Leão*, *Cancro*, *Gemeos*, e *Touro*, que he mais da quarta parte do Ceo. Dizei-me agora: Assim como estando nós observando-o em Lisboa, e elle muito patente no meio do Ceo, ninguem o observou n'outra parte, que muito he que alguns dias antes elle estivesse no Ceo mui visivel, e não o visse ninguem, que pudesse distinguillo das outras Estrellas?

Eug. Eu tenho visto alguns Cometas sem cauda, que antes de mo dizerem pessoas entendidas, eu reputava por estrellas; e vendo o Cometa, o andava buscando por todo o Ceo, e dizia que o não achava.

Theod. Isso succede communmente a quem não tem experiencia da observação destes Astros. Mas continuando os fundamentos que

que provão a nossa opinião, o que a deixou firmíssimamente estabelecida, he este. Se os Cometas são Astros creados no principio do mundo juntamente com os Planetas, e só se fazem visiveis pela menor distancia da Terra, devem ter sua orbita certa, pela qual se movão, e por isso hão de gastar tempo determinado em cada volta; e d'aqui seguia-se que com determinado intervallo de tempo, o mesmo Cometa devia apparecer varias vezes. Se isto succeder assim, quem poderá duvidar que são os Cometas huns Planetas como os outros, pois fazem as suas revoluções em tempos certos?

Sily. Porém não he assim, porque os Cometas apparecem quando se não esperão; nem ha calculos para elles, assim como os ha para o movimento dos Planetas.

Theod. Socegai hum pouco. Como as revoluções dos Cometas são mui vagarosas, por comparação dos Planetas, não podem os seus movimentos ser tão exactamente observados: porém isso não obstante, alguns periodos se tem conhecido; e do mesmo Cometa se contão varias aparições com intervallos iguaes. O Grande *Haleo* já no seu tempo sem a minima dúvida affirmava, que o Cometa do anno de 1531, observado por *Apiano*, era o mesmo que 76 annos depois appareceo em 1607, e observá-lo *Keplero* e *Lougonmontano*, e que tornou outra vez a ser visto em 1682, com in-

intervallo de 75 annos (1); e por este calculo se esperava no anno de 1757, ou no seguinte de 58, porque dos dous periodos, que se tinham observado, hum era de 76, outro de 75 annos, sendo a differença mui pouca, e podendo nascer de alguma causa accidental. Esta esperança tinha alvoroçado a todos os Astronomos; e os melhores, com Newton e os mais entendidos Filósofos, nada duvidarão desta Astronomica profecia: chegou o anno de 57, e não appareceo o Cometa. Mr. *Clairaut*, insigne Geometra e Membro da Academia de París, por este tempo publicou huma Memoria, pela qual dilatava hum pouco mais a apparição do Cometa, formando o calculo com infinito trabalho, attendendo á retardação, que na passagem lhe podião causar Jupiter e Saturno, por causa da mutua attracção, que se conhece entre todos os corpos Celestes. Esta attracção nem em todos os periodos pôde ser a mesma, porque nem sempre o Cometa passa na mesma diltancia, nem na mesma posição a respeito destes Planetas; e esta talvez fosse a causa da pequena differença, que se acha entre os outros dous periodos. Conforme o calculo deste Grande Homem, o Cometa não devia apparecer antes de 59, havendo de ser o seu *perihelio*, ou maior proximidade do Sol em Abril deste anno.

Tom. VI.

M

Com

(1) *Cometographia*, que vem nas Transacções Filosoficas do anno 1705.

Com effeito passou todo o anno de 58 sem que os Astronomos tivessem noticia do Cometa esperado : e já alguns, que ignoravão os solidos fundamentos desta profecia , titubeavão na sua fé. Apareceo em fim no Janeiro de 59 a 21 do mez ; e foi descoberto por Mr. *Massier* Astronomo , e discipulo de Mr. *De Lisle* , que conforme os calculos de seu Mestre , o buscava cada noite naquella parte do Ceo , em que devia apparecer. Depois constou que na Saxonia o tinha já visto hum homem do campo em 25 de Dezembro do anno precedente ; para mais completo credito da profecia dos Astronomos , que o davão em 58. Mr. *Massier* o continuou a observar até o dia 14 de Fevereiro , e desse dia por diante se não pode ver , porque apparecia , segundo a nossa vista , muito perto do Sol , e os seus raios o confundião. Mas como esperavão , que affastando-se mais d'elle com o movimento que levava , se deixaria ver de madrugada d'alli a alguns dias , Mr. *De Lisle* , suppondo ser o mesmo Cometa profetizado , fez o seu calculo , e foi como riscando no Ceo o caminho que devia seguir , quando tornasse a ser visto. Apareceo em fim outra vez no primeiro de Abril , e já nós o tinhamos cá visto em Lisboa no fim de Março : era de grandeza tal , que se deixava perceber por qualquer. Então Mr. *De Lisle* publicou o seu calculo , e tão seguro estava d'elle , que o foi pre-

presentar a ElRei Christianissimo em Versalhes, mostrando depois as observações, que o Cometa hia obedecendo ás Leis dos Astronomos. Nós em Lisboa tivemos o gosto de o observar até o dia 22 de Abril, quando em Paris, por ficar mais ao Norte, o não puderão ver senão até o dia 17. A causa por que de 22 por diante o não pudemos ver, foi o caminhar muito para o pólo do Sul, de sorte que não sahia affirma do Horizonte; assim como não sahem as Estrelas, que ficão junto desse pólo. Porém com o seu movimento proprio veio outra vez caminhando cá para o nosso pólo, e o tornámos a ver á noite em Lisboa a 28 de Abril; e em Paris a 29. Lá continuou a ser visto até 9 de Junho; porém em Lisboa o Padre *Chevalier* do Oratorio, com outros Padres no Collegio das Necessidades, o observarão exactamente até o dia 22 do mesmo mez; e ultimamente desapareceo, sendo nos ultimos dias quasi imperceptivel. Não me consta que outro algum Astronomo tivesse a felicidade de prolongar tanto a sua observação, nem que depois deste dia fosse visto em parte alguma. O seu movimento era retrogrado, e correu os Signos de *Piscis*, *Aquario*, *Capricornio*, *Sagittario*, *Scorpio*, *Libra*, e *Virgo*. O seu perihelio, ou maior vizinhança do Sol, foi em Março, antes que segunda vez fosse visto.

Sily. Se nesse tempo ninguem o observou,

como dizeis que então he que elle se chegou mais ao Sol?

Theod. Não vedes que pelas observações, antes e depois desse tempo, se pôde ir riscando pelo Ceo o caminho que elle fez! Esta linha era curva, e porção de ellipse, e assim se conhece o caminho que levou ainda nos intervallos, em que se não deixava ver; porque não havia de andar saltando de huma parte para a outra, mas havia de levar a sua carreira seguida. Combinando agora os Astronomos a orbita deste Cometa com as dos que apparecerão em 1682, 1607, e 1531, acharão que era o mesmo; e assim concordarão os seus movimentos; como tambem a inclinação a respeito da eclitica, sendo os mesmos Nós ou encruamentos com ella; e que enfim era a mesma velocidade. Tudo isto com a igualdade dos periodos, prova innegavelmente que he o mesmo Cometa, e que varias vezes nos tem visitado. E d'aqui se infere, que tambem este foi o Cometa, que antecedentemente tinha apparecido em 1456, sendo esta agora já a quinta apparição observada. Aqui tendes o fundamento, que tirou os escrúpulos, que até aqui podião embarçar a alguns, para crer que os Cometas são Astros creados no principio do mundo; pois já se podem calcular os seus movimentos, como o dos outros Astros. Só tem huma grande difficuldade, e vem a ser, que como são mui vagarosos os
seus

seus periodos , são precisos seculos , para que as repetidas observações de hum mesmo Cometa nos dem luz para lhe prognosticar as suas futuras aparições. Porém já agora com outra luz se hão de intentar estas emprezas. Supposto isto , prudentemente se pôde crer que (conforme o deixou dito Cassino) o Cometa do anno de 1680 , também célebre pela sua incrível vizinhança do Sol , foi o mesmo que se vio no anno de 1577 , tendo de periodo 103 annos. Semelhantemente o do anno de 1658 se crê ser o mesmo do anno 1652 ; como também , que o do anno de 1702 seria o mesmo que foi visto em 1668 com periodo de 34 annos. E Wisthon se atreve a affirmar que todos os Cometas , que apparecerão desde o anno de 1337 até 1698 , tinhão outra vez voltado , depois de correrem as suas orbitas.

Sily. Depois dessas observações , confesso que bom fundamento ha para crer que os Cometas são Astros creados no principio do mundo ; porém como os Antigos não as tinhão , não he de admirar que leguissem outras opiniões.

Theod. Os Modernos se tem adiantado de tal fôrma pelas suas observações , que Cassino se atreveo a descrever pelo Céo outro Zodiaco para os Cometas ; assim como para o movimento de todos os Planetas ha o Zodiaco dos doze signos ; porque ajuntando todas as observações que pude , conheceo
que

que todos os Cometas nos seus movimentos se continhão dentro dos limites desta Zona, que comprehende as seguintes constellações: *Antinoó*, *Pegazo*, *Andromeda*, *Touro*, *Orion*, *Porcion*, *Hidron*, *Centauro*, *Escorpio*, *Arco de Sagittario*. E para que em tudo se assemelhem aos Planetas, sabei que também nas suas orbitas correm espaços iguaes em tempos iguaes; e por isso no *perihelio* he summa a sua velocidade; propriedade commua a todos os Planetas, como vos explicarei a seu tempo.

Eug. Supposto isto, também havemos de crer que os Cometas são corpos opacos, e que toda a luz que tem, he do Sol, que nelles reflecte, como dissestes dos Planetas.

Theod. Inferis bem; não obstante a grande differença que tem a sua luz, a qual he mais embaciada do que a dos Planetas; o que eu attribuo á grande copia de fumo que se exhala do Cometa por toda a parte, como logo vos direi.

Eug. D'aqui por diante já nos não andarão affustando com os Cometas. Se elles são Astros, que seguem as suas carreiras constantemente, que tem elles cá connosco; ou como podem ser sinaes de calamidades futuras?

§. VI.

Da figura dos Cometas , e effeitos que podem causar.

Theod. **O** Vulgo , que he quem se affusta com os Cometas , não he Filosofo , nem espera as aparições destes Astros : a novidade que trazem comfigo , e o insolito das suas figuras por causa das caudas , juntando-se com a preocupação geral e antiquissima de que os astros influem nos acontecimentos , ainda naquelles que dependem da nossa vontade livre , são causa deste terror no povo , o qual sempre está prompto a temer tudo quanto dizem que he para isso.

Silv. Vós não podeis negar que os Cometas apparecendo humas vezes com semelhança de espadas de fogo , outras vezes com côr sanguinolenta , dão indicios de futuras guerras e desgraças.

Theod. Não ha cousa mais enganadora , Silvio , que os olhos do povo atemorizado ; vê tudo quanto se lhe representa na imaginação , e em hum levantando a voz , todos os mais dizem logo que vem. Não ha figuras de espadas , nem batalhas , e pendencias no Ceo ; os Cometas todos são sensivelmente redondos como os Planetas , posto que as caudas tomem diversas figuras. As caudas

Est. 2.
fig. 12.

das dos Cometas não são outra cousa senão hum fumo ou vapor , que sahe do corpo do mesmo Cometa , por causa do calor do Sol. Esta he a opinião de Newton , e a mais verosimil : vede esta estampa (*Estamp. 2. fig. 12.*) , em que estão delineadas as orbitas dos Planetas , e tambem de alguns Cometas. Dos Planetas fallarei a seu tempo ; vamos agora aos Cometas. Já vedes como as suas orbitas são compridas , nascendo daqui o perdellos de vista , quando andão la por cima , e apparecerem , quando se chegão mais a nós. Vamos agora ás caudas. Primeiramente em quanto o Cometa está mui distante do Sol , não se lhe vê cauda , porque não ha calor bastante para fazer exhalar o fumo ; porém á proporção que o Cometa se vem chegando ao Sol , lhe vai crescendo a cauda , como vedes em *a* e *b* ; de sorte que nos dias proximos depois do seu *perihelio* , então costuma ser maior que nunca , como vedes em *c* , pelo grande calor do Cometa , causado pela vizinhança do Sol , cahindo já sobre o calor , que no *perihelio* tinha recebido. Pela mesma razão vai diminuindo a cauda , á proporção que o Cometa se vai retirando do Sol , porque vai sendo menor o calor. Eu bem sei que ha outras duas opiniões patrocinadas por bons Authores : huma diz , que a cauda do Cometa he refracção da luz do Sol passando pelo Cometa , ou sua atmoslera ; outra

tra segue que he refracção da luz do Cometa atravessando o espaço do Ceo , e vindo para os nossos olhos ; porém quanto a mim nenhuma se pôde sustentar. A primeira , que he de Apiano , não me parece verdadeira , porque nada importa que a luz do Sol quebre na atmosfera do Cometa , se depois de assim quebrada não achasse corpo donde reflectisse para nós : sem isto , ficava invisivel , nem nós veriamos as caudas dos Cometas. A segunda opinião , que he de Des-Cartes , tambem não se pôde defender ; porque nem a cauda se mudaria de hum parte para a outra , nem a luz das estrellas , que passa pelo mesmo meio que a dos Cometas , poderia chegar a nós sem a mesma refracção , e cada estrella formaria a sua cauda : pelo que a opinião mais seguida he a que já disse.

Sily. Tenho contra isso , que he impossivel lançar o Cometa tanta quantidade de fumo , que possa occupar todo esse espaço dos Ceos , por onde vemos que se estende a sua cauda.

Theod. Eu não estou bem lembrado se já vos expliquei a quasi infinita divisibilidade da materia ; e como pôde hum mui pequena porção de materia solida , quando se resolve em vapor , occupar hum espaço immenso. Hum gota de agua , quando se resolve em vapor quente , occupa hum espaço quatorze mil vezes maior do que occupava d'antes ; e todo o mundo observa
que

que huma pequena cortiça lançada nas brasas enche de fumo huma casa , padecendo pouca diminuição no seu pezo.

Eug. Quando fallastes do cheiro , que os corpos exhalavão de si , e logo no principio quando fallastes da divisibilidade da materia , então nos explicastes isso.

Theod. Supposto isso , não deveis admirar-vos de que o Cometa com a força do calor exhale de si fumo bastante para formar a cauda que nelle vemos. Verdade he que alguns a estendem tanto , que occupão humma grande parte do Ceo. A cauda do Cometa de 1680 occupava a terça , ou quarta parte do Ceo ; mas causa tinha bastante para esta prodigiosa extensão no calor intensíssimo , que experimentou no *perihelio* ; porque só distou do Sol a sexta parte do diametro solar : vede que calor seria este , e quanto fumo sahiria do Cometa todo ardendo , e posto em viva braza , como he força que succedesse então !

Sily. Sendo elle tão grande como a Terra , e talvez ainda maior , muito havia de cus-tar a pôr em braza.

Theod. Se o calor do Sol , juntando-o pelo espelho ustorio , he capaz de pôr em braza hum ferro ; lá tão perto , como não derreteria e reduziria a materia vitrificada todo o Cometa. Newton dá-lhe hum calor duas mil vezes maior que o de hum ferro em braza ; e que gastaria muitos annos para se esfriar , formando o calculo sobre o tempo

po que gasta para perder o calor humba balla de ferro posta em brazas.

Silv. Sendo isso assim, o Cometa havia de ficar consideravelmente menor, perdendo tão grande porção da sua substancia.

Theod. He certo que toda a materia, que se evapora, sahe fora do Cometa; mas talvez que com a força da gravidade ou attracção, torne a cahir sobre o mesmo Cometa, quando estriar: assim como o fumo, e vapores que sahem da Terra, passado tempo por força da gravidade ou attracção, tornão a vir para a mesma Terra. Além de que, como os Cometas fazem as suas visitas ao Sol de muitos em muitos annos; depois que forão produzidos não terão feito muitas destas visitas, e não serão mui frequentes as perdas da sua substancia. Por outra parte a distancia em que andão, e a luz fusca e confusa que costumão ter, os livra de que se observem bem os seus diametros verdadeiros, sem escriptulo de que parte da atmosfera, que os rodea, que tambem he allumiada pelo Sol, seja reputada por corpo do Cometa; e assim não podemos certificar-nos da sua diminuição. Accresce que raras vezes terá acontecido que o mesmo observador observe o mesmo Cometa em dous periodos ou voltas; o que seria mui conducente para se certificar da sua diminuição. Mas eu nenhuma dúvida tenho que alguma será, se pela lei da gravidade não tornarem os vapores

res frios para o Cometa , como succede na Terra.

Eug. Se elles se chegassem de mais perto , ou se vissem mais a miudo , os Astrónomos nos certificarião se elles diminuião no seu volume , ou não. Mas essa cauda algumas vezes a ha , e não a vemos , segundo vós dissestes ha pouco do Cometa do anno de 60 (1). Tomára saber porque succede isso.

Theod. A cauda dos Cometas sempre se dirige para a parte contraria do Sol : de forte , que se o Sol fica de hum lado , a cauda do Cometa vai para o outro. Esta direcção da cauda do Cometa tem dado muito que cuidar aos Filósofos. Newton seguindo a opinião que he fumo , explica esta direcção por este modo (2). Assim como no nosso ar o fumo de qualquer corpo , que arde , sobe para cima , ou perpendicularmente , se o corpo está quieto , ou obliquamente , se o corpo se move para a ilharga ; assim succede nos Ceos , onde os corpos peção para o Sol ; e por essa razão o fumo e vapores devem subir do Sol para cima ; e isso ou perpendicularmente , se o corpo que fumega está quieto ; ou obliquamente , se esse corpo vai andando para a ilharga , e deixando sempre o lugar donde tinham subido as partes do vapor que já estão mais altas. Esta obli-

(1) Pag. 175.

(2) Lib. 5. da Astronom. Physic. Sect. 1. Prop. 4.

quidade (accrescenta Newton) *será menor,* quando a subida dos vapores for mais rápida , como v. g. em menor distancia do Sol , e junto ao corpo que fumega. Esta explicação tem grande nobreza , e concorda com o que todos vemos cá na Terra ; porque hum archote , por exemplo , estando parado lança o fumo direito para cima , que he a parte opposta á Terra , para a qual todos os corpos terrestres pezáo ; e se vai andando , lança o fumo para cima , mas tambem para a ilharga , formando huma linha obliqua : concorda tambem com o que vemos nas caudas dos Cometas , as quaes não vão pela linha recta , que desde o Sol passe pelo Cometa , e atravessse todo o comprimento da cauda ; mas para o fim lá se entortão hum pouco para a parte que o Cometa vai deixando com o seu movimento ; e tambem no fim se espalhão mais ; que isso he propriedade do fumo , o qual sobe ás aveſſas da chamma , a chamma cada vez se faz mais aguda , porque quanto mais sobe , mais veloz vai ; e o fumo quanto mais sobe , mais se espalha , porque vai mais fraco ; e assim succede á cauda dos Cometas.

Eug. Não se pôde negar que he huma explicação admiravel.

Theod. Eu , que respeito a verdade mais que tudo , lá tenho meu escrupulo , que direi com o devido respeito a Homem tão grande. O fumo sobe para cima no nosso ar ,
por-

porque o ar péza mais do que elle ; e assim não poderá subir o fumo dos Cometas , por modo semelhante ao dito fumo terrestre , sem que se admitta nos espaços dos Ceos algum meio pezado , e mais pezado do que o fumo dos Cometas , para que vencendo-o na gravidade , o faça subir para cima : e vós já sabeis que Newton quer que os espaços dos Ceos estejam ou vazios totalmente , ou quasi vazios. Mas nem por isso condemno a opinião. Vejo que Mr. Homberg observou que huns fios tenuíssimos de seda suspensos na parte vazia do barometro se movião , quando sobre elles lançavão o foco de hum lente ; e que visivelmente erão impellido pelos raios do Sol. Sendo isto assim , e concedendo (como Newton quer) que os raios do Sol são impellido e vibrados desde o corpo luminoso para fóra ; bastará o seu impulso , para que encontrando os vapores do Cometa , os movão na sua mesma direcção , e os levem (como faz o vento ao nosso fumo) para a mesma parte para onde caminhão os raios do Sol , que de hum e outra parte passão pelos lados do Cometa. Esta explicação parece-me muito boa , porque faço reflexão , que lá em cima não ha meio que embarace qualquer direcção , que se queira dar ao fumo ; porque ou não ha meio algum , ou he de raridade quasi infinita para não retardar os Planetas , como dif-

disse (1); e se no foco da lente bastão os raios do Sol para impedir os fios de feda, só por não haver ahi ar que resista, onde não houver nenhuma resistencia, qualquer força, por minima que seja, será bastante a communicar movimento. Que vos parece, Silvio?

Sily. Como não fiz essas experiencias, nem fei essas leis de resistencias dos meios, não tenho voto nessa materia. Só fim direi que, conforme essa explicação, não poderemos condemnar o vulgo, quando diz que vê no Ceo espadas de fogo; pois hum Cometa a arder pelo Ceo como hum archote e fumegando, enchendo a terça, ou quarta parte do Ceo de fumo, alguma semelhança tem com huma espada de fogo.

Theod. Assim seria, se nós de cá percebêssemos com os olhos que elle ardia; porém nós com os olhos só vemos huma Estrella morta, e huma cauda branca; o que não tem semelhança de espadas de fogo.

Sily. Tenho ouvido dizer que nem sempre a cauda he branca.

Theod. Os raios do Sol atravessando a atmosfera do Cometa poderão na refacção tomar algumas cores; e como de todas ellas a vermelha he a mais forte e perceptivel em tanta distancia, succede que ás vezes a cauda he avermelhada; assim como por semelhante motivo avermelhadas apparecem as nuvens junto do Horizonte; porém ad-

vit-

virtu que nós só podemos perceber esta côr , se os raios quebrados , e córados , dando nas particulas do tumo , reflectirem para nós ; o que he preciso para entrarem pelos nossos olhos , e termos sensação de côr vermelha.

Eug. Sendo a cauda do Cometa grande e avermelhada , desculpa dou ao povo para temer successos infaultos , porque he huma cousa nova e medonha.

Sily. Além disso , sempre estes Cometas se ajuntão , ou precedem grandes desgraças , como são mortes de Principes , ou guerras , ou cousas semelhantes ; e esta experiencia he generalissima , e quasi tradição constante : pelo que discorreí como quizerdes , que eu nisso tambem sou povo , e não gósto que os Cometas nos venhão cá fazer estas visitas.

Theod. Antes que vos responda , vos farei huma pergunta : E os Cometas apparecendo são presagio de calamidades para todas as partes do mundo , que tiverem a infelicidade de os ver , ou só para alguma destas partes?

Sily. Para todas não ; mas para alguma dellas , isso sim ; e como a região , em que cada hum habita , póde ser huma dessas , todos temos razão para temer.

Theod. Ora bem : logo a experiencia (conforme dizeis) só nos ensina que apparecendo hum Cometa , alguma desgraça ha de succeder n'uma dessas partes onde elle apparece :
ora

ora nisto tendes razão , porque apparecendo o Cometa em todo o mundo , e durando ás vezes muitos mezes , não he crível que nesse tempo deixe de haver alguma desgraça grande n'alguma parte. E se isto he motivo para temer , deveis igualmente assustar-vos com as Luas cheias v. g. ; porque não será facil que , apparecendo a Lua cheia em todo o mundo , sendo tão dilatado , deixe de succeder n'alguma parte d'elle successo infeliz. O mesmo digo de qualquer Estrella. Portanto basta só reflectir , que o Cometa quando cá apparece , he visto de todo o mundo ; e que se elle fosse presagio de infelicidade , o havia de ser igualmente para todas as regiões donde he visto ; pois não tem mais comnosco , do que com Angola , China , e Mexico , &c.

Silv. Os que seguem que os Cometas são procedidos de causas accidentaes , esses razão tem para suppôr que só n'uma ou outra terra são vistos ; e por isso poderão annunciar particularmente as suas calamidades. Mas sendo Astros do Ceo , e visiveis geralmente a todos , como são os Planetas , menos razão ha para o susto.

Eug. Vós dizeis *menos razão* ? Eu já d'aqui o perdi totalmente , venhão quantos Cometas quizerem vir.

Theod. Concluindo pois esta materia , devemos reputar os Cometas como huns Planetas , cujas orbitas são mais compridas ; e não differem substancialmente em outra cou-

fa. Só nos restão as Estrellas fixas , para vos dar noticia particular de todos os Astros ; e depois entraremos a ver os admiraveis movimentos de huns a respeito dos outros ; porque depois de considerar todas as peças de que se compõem hum relógio , he que se pôde entender bem como jogão as suas rodas , e a fabrica dos seus movimentos.

§. VII.

Das Estrellas fixas.

Silv. SE os 16 Planetas vos tem levado tanto tempo , muito mais vos levarão as Estrellas , que são innumeraveis.

Theod. Como pela sua distancia se furtão a muitas observações dos Astronomos , pouco ha que dizer dellas. E principiando pelo seu número , não he tão grande como parece , se fallamos daquellas Estrellas que podemos ver com os nossos olhos desarmados , isto he , sem nos valermos de algum instrumento ; porém se attendemos a todas as que com os Telescópios se descobrem , e pelas observações se conhecem , são quasi innumeraveis : por isso o Senhor disse a Abrahão que contasse as Estrellas , se podia. *Hiparcho* foi o primeiro que intentou contar as Estrellas , que são visiveis sem Telescópio (que ainda no seu tempo os não ha

havia); e contou sómente 2022, de que fez catalogo; outros Astronomos forão accrescentando algumas, mas o *Flamstedio* fórma catalogo maior que os outros, e afina 3000.

Silv. Mais de trezentas mil vejo eu com os meus olhos n'uma noite serena.

Theod. Crede-me, que não vedes tantas como se vos representa; e para vos enganar, basta huma experiencia grosseira e facil. Vós quando estais em hum lugar descuberto e desembaraçado vedes meio Ceo; ora reparti-o em varias partes, e tomai humma pequena porção para examinar quantas Estrellas vedes nessa parte; e á proporção dessa, julgareis com pouco erro o número de todas as Estrellas que vedes; mas isto fareis vós, quando tiverdes commodidade. Vamos ao que dizem os Astronomos. Destas Estrellas conhecidas formão elles humas figuras imaginarias, a que dão nomes determinados, e são as que se pintão nos globos Celestes, como varias vezes tereis visto naquelles que alli tenho na livraria.

Eug. Já tenho muitas vezes visto hum delles com varias figuras de animaes pintadas, e semeadas muitas estrellas por estas mesmas figuras; porém eu julguei que esta pintura era fruto de algum animo ocioso, e extravagante, e como brinco de crianças.

Theod. Não he senão fruto de immenso trabalho dos Astronomos, que nessas figuras,

posto que livremente inventadas , puzerão as Estrellas com a mesma ordem e distribuição com que as vemos no Ceo. De sorte , que quando hum Astronomo talla do *Olho do Touro* v. g. , já todos sabem qual he a Estrella do Ceo de que elle falla ; o mesmo he de todas as mais Estrellas e constellações.

Eug. Que chamaís vós *Constellações*?

Theod. *Constellação* chamáo os Astronomos a certa collecção de Estrellas , ás quaes juntas dão hum nome , como v. g. *Urfa maior* , ou *Pégaso* , &c. e nos globos pintáo as figuras deites animaes , que nenhuma semelhança tem com a collecção das taes Estrellas ; porém já tem o seu nome estabelecido : e certo Astronomo que lhos quiz mudar para nomes de Santos , foi louvado pela sua Religião , mas não foi seguido , porque causava grande confusão , tendo todos os Astronomos até então usado dos nomes antigos. Não se sabe quem foi o primeiro que lhos poz ; porém já no livro de Job se faz menção das constellações de *Arcturo* e *Orion* ; e tambem no Profeta Amos , e em *Homero* Poeta antiquíssimo se acháo os nomes destas , e de outras constellações. Fosse quem fosse o seu Author , hoje o nome , que tem cada Estrella , he o que lhe pertence pela parte da constellação em que está , &c.

Eug. E quantas constellações contáo os Astronomos?

Theod.

Theod. Hoje contão-se 77: convém a saber, 12 no *Zodiaco*, isto he na cinta que se considera no Ceo, pela qual se move o Sol e todos os Planetas em redondo; e são estas 12 constellações as que chamão doze Signos, *Aries*, ou *Carneiro*, *Touro*, *Gemeos*, *Cancro*, *Leão*, *Virgem*, *Libra*, ou *Balança*, *Scorpião*, *Sagittario*, *Capricornio*, *Aquário*, e *Peixes*.

Eug. Lembro-me de ver esses nomes na folhinha, sem que eu percebesse o que querião dizer.

Theod. Vem ahi para dizer o lugar em que se acha neste mez o Sol, ou a Lua. Mas esta tal cinta ou *Zodiaco*, pelo meio da qual vai a *Eclitica*, divide o Ceo em dous hemisferios iguaes, hum que olha para o Norte, outro para o Sul. No hemisferio do Norte se contão 34 constellações, cujos nomes aqui tendes neste livro, que de memoria não os sei todos. Ide contando. *Ursa maior*, *Ursa menor*, *Dragão*, *Cepheo*, *Cães venaticos*, ou *Cães de caça*, *Boótes*, *Coroa septentrional*, *Hercules*, a *Lyra*, o *Cisne*, a *Lagarta*, *Cassiopeia*, *Camelo-pardo*, *Perseo*, *Andromeda*, o *Triangulo*, outro *Triangulo menor*, a *Mosca*, o *Cocheiro*, o *Pégazo*, o *Cavallo menor*, o *Delfim*, a *Raposa pequena*, o *Pavão*, a *Setta*, a *Aguia*, *Antinoo*, o *Escudo sobieschiano*, o *Serpentario*, a *Serpente*, o *Monte Menelao*, a *Cabelleira de Berenice*, o *Leão menor*, e o *Lince*. Da parte do *Zodiaco* para o Sul contão

tão 31 constellações; e aqui tendes os seus nomes: *A Balea*, o *Eridano*, a *Lebre*, o *Orion*, o *Cão grande*, o *Moncceronte*, o *Cão pequeno*, a *Náo*, a *Idra*, o *Sextante*, o *Crater*, o *Corvo*, o *Centauro*, o *Lobo*, o *Altar*, a *Coroa austral*, o *Peixe austral*, a *Fenis*, o *Grou*, o *Indo*, o *Pavão*, a *Abelha*, o *Triangulo austral*, a *Cruz*, a *Mosca austral*, o *Cameleão*, o *Rebur carolino*, o *Peixe volante*, o *Pato americano*, o *Idro* ou *Hydrus*, e *Xiphias*. Além das Estrellas que formão estas constellações, as que estão dispersas pelo Ceo se chamão informes; e não são as mais consideraveis.

Eug. Supposto o terem os Astronomos repartidas as Estrellas nestas constellações que dizeis, facillimo me parece saber-lhes o número, pois com tanta miudeza se sabe o lugar de cada huma.

Theod. Tres difficuldades restão ainda que vencer, e são totalmente insuperaveis: a primeira achámos na *Via Lactea*, a segunda nas mesmas Estrellas grandes e conhecidas, a terceira nas Estrellas que apparecem e desapparecem de repente. Quanto á *Via Lactea*, a que o vulgo costuma chamar *caminho de Sant-Iago*, e considerada com os olhos, não parece outra cousa senão huma cinta branca, esfumada, e em partes como rota, e descontinuada; ella em si he huma collecção de infinitas Estrellas miudissimas, que só com os Telescopios se distinguem; mas olhando-as simplesmente com os olhos,

de

de tal forte se confundem os raios⁸ que de lá vem, que fazem huma côr branca, mas fraca : o mesmo succede a duas collecções de Estrellas miudas, que parecem duas nuvezinhas brancas, que perpetuamente se vem, proximas ao Sul. Porém estas Estrellas que com os Telescopios se distinguem nunca he com tanta clareza, que as possamos contar; e assim ficão por esta parte as Estrellas isentas do nosso calculo. Tambem se não podem contar muitas outras fóra da *Via Láctea*, que por mui pequenas, ou mui distantes, só com os Telescopios se descobrem: do descobrio Galileo no cinto e espada de *Orion* (1); e *Rheita* em toda a constellação de *Orion* algumas 2000 (2). Quantas outras haverá dispersas pelas outras constellações, que escapão aos nossos olhos; e quantas escaparão ainda aos melhores Telescopios? Além disso das mesmas Estrellas conhecidas, e que nós reputamos por huma só, algumas são huma collecção de muitas outras, que pela apparente vizinhança se confundem, e são reputadas por huma só Estrella (3). Ponhamos exemplo: na espada de *Orion* ha 3 Estrellas grandes; e a do meio observada por *Hugens* se vio que era huma collecção de 12. (4). Pelo que, he impossivel saber

o

(1) In Nuncio sidereo.

(2) In oculo Enochii l. 4. cap. I. memb. 7.

(3) Gravesand. Elem. Phys. num. 40. 41.

(4) Wolf. Elem. Astron. §. 1113.

o número verdadeiro das Estrellas. Mas quando todas estas , que por distantes escapão dos nossos olhos , se deixassem ver , ainda restava outro embaraço nas que ora apparecem , ora desapparecem , e guardão certos periodos. Outras Estrellas ha que humas vezes apparecem mais resplandecentes , outras menos ; e isso tambem em tempos certos : em fim algumas Estrellas tem subitamente apparecido mui resplandecentes , e pouco a pouco vão perdendo a sua luz , até que desapparecem de todo. Tudo isto faz hum impossibilidade para se poder conhecer o seu número.

Silv. Com razão ; mas a que attribuis vós essa alternativa apparição das Estrellas?

Theod. Quanto a mim deve attribuir-se ao seu movimento de vertigem , ou rotação á roda do seu centro. Este movimento dá mais formosura ao Universo , por augmentar a analogia e semelhança entre os corpos Celestes , que girão sobre si , á roda de seus centros. E além disso com este movimento facilmente se explica o apparecerem e desapparecerem. Supponde vós que a Estrella tem hum hemisferio ou metade escuro , e o outro luminoso ; ou pelo menos que por humna face he mais luminosa que pela outra ; neste caso quando a face mais luminosa estiver voltada para nós , veremos a Estrella ; porém quando para nós se voltar a face escura , ou absolutamente a não veremos , por não serem esses raios po-

de-

derosos para vencer tanta distancia , ou pelo menos apparecerá a Estrella menos brilhante : o que tudo concorda com a experiencia. Demais : a mesma Estrella depois de apparecer mui clara , quando for voltando para cima a face mais luminosa , nós pouco a pouco a iremos vendo mais escura , como succede á Lua minguante , até que de todo a perdamos de vista : o que , como acabo de dizer , tambem só com a experiencia se confirma. Tambem se pôde dizer , que essas Estrellas tem movimento como os Cometas , pelo qual ora se cheguem mais para nós , ora se affastem. Porém não sigo esta opinião ; porque então havião de mover-se algum tanto para os lados em quanto se vião , e mudar de situação ; o que não se observa : e além disso , havia huma grande differença entre essas Estrellas , e as outras que estão sempre quietas ; e tirava-se a Analogia ou semelhança , que he huma grande parte da formosura do Universo. Eu sigo a primeira opinião do movimento de vertigem.

Silv. O que dá grande força á vossa opinião , he o que tambem me parece que agora dissestes , que essas apparições erão dentro de periodos iguaes. Isto persuade que não he causa accidental , mas sim movimento regular o que ora as deixa ver , ora as esconde.

Eug. E porque não vemos essas mudanças
em

em todas as demais , se todas as demais se movem á roda de si mesmas?

Theod. Porque não terão consideravel differença de luz nas diversas partes da sua superficie ; que por esta mesma razão os nossos olhos não percebem diversidade no Sol , posto que elle gira á roda de si mesmo em 25 dias e meio.

Eug. Tendes razão : não advertia nisso.

Theod. Alguns tambem querem por este movimento de rotação explicar a scintillação das Estrellas. Dizem que o tremor que sentimos na sua luz procede de que ora voltão para nós humas partes mais brilhantes , ora outras mais escuras ; porém eu , fallando ingenuamente , venero a todos , mas só digo o que me parece conforme á razão. Isto não pôde ser assim , sem que o movimento de rotação seja tão rapido , que em hum minuto segundo dem 4 ou 5 voltas completas , porque nós sempre vemos meia superficie das Estrellas ; e em quanto essa parte mais luminosa for pelo hemisferio visivel , a veremos , e só faltará em quanto voltar lá por cima , tornando a apparecer , quando chegar outra vez ao hemisterio visivel : e como a scintillação ou tremor da luz he miudissimo , e como que falta e se accende com alternativa mui amiudada , se isto procedesse da rotação da Estrella , devia de ser mais veloz do que se pôde imaginar.

Silv. E como explicais vós a scintillação? já que essa opinião vos não agrada.

Theod.

Theod. He mais natural o dizer-se que procede do movimento dos vapores , que cortão os raios de luz das Estrellas para nós. Observa-se que os Planetas não scintillão senão quando se vão chegando para o Horizonte , onde ha muitos mais vapores que se levantão da Terra , e atravessão os raios de luz que vem dos Planetas ; quando porém o Planeta se levanta , como já os raios da luz não são atravessados por tão grande copia de vapores , não tremem. Ora as Estrellas sempre scintillão ; humas vezes mais , outras menos , porque os seus raios de luz são muito mais fracos que o dos Planetas , pois estão n'uma distancia incomparavelmente maior ; e assim os vapores , que não perturbão a luz do Planeta , podem perturbar a das Estrellas.

Eug. Eu creio que quando faz vento , tremem as Estrellas mais que no tempo sereno.

Theod. Isso confirma o que eu digo ; pois os vapores agitados e desinquiets mais hão de perturbar a luz das Estrellas.

Eug. Ainda vós me não fallastes da luz das Estrellas , nem dissestes se era propria ou alheia.

Theod. A's vezes a conversação vai levando hum fio , que não concorda muito com o methodo mais regular ; porém agora vos satisfarei. A luz das Estrellas he propria de cada huma dellas ; e eu as reputo como outros tantos sóes , porque a distancia , em
que

que ellas estão a respeito do Sol , e de nós he tão grande , que seria impossivel que a luz do Sol fosse e viesse com força bastante para fazer sensível impressão nos nossos olhos.

Silv. Pois tão grande he a distancia das Estrellas ! Bem longe do Sol , e de nós está Saturno , e a sua luz não he propria.

Theod. Sendo mui grande a distancia de Saturno , he incomparavelmente maior a das Estrellas. Diz Wolfio , que nem principios ha na Astronomia para se medir com segurança : daqui procede que são diversísimas as opiniões neste particular. Tico-Brahe lhe dá só 14 milhões de semidiametros terrestres ; porém este Astronomo teve o seu compasso mui curto em todas as medidas que tomou : os mais o desamparão todos , e se affastão d'elle com grandissima differença ; e huns lhe dão 42 milhões de semidiametros , outros 60 , &c. : não póde haver nos instrumentos exacção que baste a medir os angulos extremamente pequenos. Porém concordão todos , que he incrivelmente grande esta distancia ; porque os Telescopios , que augmentão tanto o Sol , que fica com hum diametro igual ao da orbita que faz á roda da Terra (1) , estes Telescopios voltados para qualquer Estrella , por nenhum modo a augmentão , e só apparece como hum ponto brilhante : e assentão todos que o ambito do circulo que
faz

(1) Gravesand. *Physic. Elem. Mat.* n. 4027.

faz o Sol á roda da Terra , comparado com a distancia das Estrellas , he como hum ponto. Isto he fallando das Estrellas que ficão mais vizinhas a nós ; porque a distancia das outras he muito maior incomparavelmente.

Sily. E que fundamento ha para as não pôr todas estendidas pelo Ceo , e na mesma distancia ?

Theod. O fundamento he a diversidade de sua apparente grandeza , e da força da sua luz. Os Astronomos repartem as Estrellas em seis classes , conforme o seu tamanho. Na primeira classe , ou da primeira *Grandeza* (como costumão dizer) estão as mais vivas e brilhantes que conhecemos. Na segunda classe estão as outras menores , e assim até á ultima classe , em que põem as minimas que com os olhos distinguimos. Estas Estrellas menores , como ao mesmo tempo a sua luz he muito mais debil , prudentemente se crê que parecem menores pela sua maior distancia da Terra : o que dá huma bem grande idéa da immensa vastidão dos espaços Celestes ; sendo tão grande a distancia de nós a Saturno , de Saturno ás Estrellas da primeira grandeza , e dessas ás outras successivamente. Hum grande Filosofo creio que as Estrellas da *Via Láctea* ficavão muito mais vizinhas a nós , do que as outras , porque se persuadio que os Telescopios lhes augmentavão a grandeza ; mas enganou-se , porque ainda que
com

com os Telescópios se distinguem de alguma sorte , não he porque appareção maiores , mas porque tirão toda a luz falsa , que confunde humas com outras , quando se vem simplesmente com os olhos.

Eug. Que cousa he luz falsa?

Theod. Chamão *luz falsa* aos raios que vem das Estrellas , e por se ajuntarem e cruzarem nos nossos olhos antes da retina , quando chegão a ella vão já espalhados , e pintão huma imagem muito maior do que devêrão , segundo o angulo com que entrão na pupilla ; e como esta imagem he maior do que devia ser , por isso lhe chamão enganadora e feita pela luz falsa. Hum exemplo temos bem proprio. Quando vedes hum archote ou fogacho de perto , vedes o seu tamanho verdadeiro ; porém se o vedes de longe , vai crescendo , e formando huma como roda luminosa , perdendo a figura pyramidal ; e de tal sorte cresce , que quando nas luminarias (como as que vemos lá da parte d'além do Téjo v. g. em Almada) se põem muitos fogachos accendidos com breve intervallo , de cá nos parece huma fitta luminosa continuada. A mim , que tenho pouca vista , e ao longe não vejo nada , me succede o mesmo até com as luzes que estão nos thronos dos Templos ; e de tal modo se continuão humas com outras , que as não posso contar. E a razão disto se tira do que vos disse tratando da Optica: como o objecto quanto mais distan-

te está , mais perto da pupilla fórma a sua imagem , mais espalhados chegam os raios á retina , e maior he a imagem confusa que nella pintão. Ora o que succede aos *Miopes* com as luzes , succede a todos com as *Estrellas* , que são luminosas per si mesmas , e summamente distantes. Por esta razão os *Telescopios* mais exquisitos , e augmentando a grandeza dos *Planetas* , diminuem a das *Estrellas* ; porque aperfeiçoando a vista , e fazendo cahir na retina a imagem da *Estrella* , tirão a luz falsa e espalhada que enganosamente augmentava a imagem ; e quanto melhor for o *Telescopio* , mais ha de aperfeiçoar a vista , e tirar mais da luz falsa ; e por isso apparece a *Estrella* menor , porém vivissima. Supposto isto , já se vê que os *Telescopios* quando distinguem as *Estrellas* de *Via Láctea* não augmentão a sua grandeza , mas , sómente tirando a sua luz falsa , que mutuamente confunde humas com outras , faz que as distingamos : assim como eu quando ponho oculos vejo as luminarias ao longe distinctas entre si , e então cada luz de per si se me representa menor. Advirto isto , para que vós , *Silvio* , vejais que nós os *Modernos* não vamos como carneiros , huns atrás dos outros ; mas que cada qual não se contenta com o que diz este ou aquelle *Filosofo* de nome , mas averigua se he ou não conforme á razão.

Sily. Eu bem sei que entre vós tambem ha
di-

diversidade de opiniões ; e por isso sempre alguns hão de errar.

Theod. Quem o duvida ?

Eug. Mas dissei-me vós , senão obstante essa immensa distancia , temos alguma idéa prudente da grandeza das Estrellas.

Theod. A grandeza das Estrellas para se calcular de alguma sorte , deve ser assentando primeiro na sua distancia. Sabemos que he grande , tanto porque os melhores Telescopios absolutamente nada augmentão a sua grandeza , como porque a respeito desta distancia he hum ponto insensivel a orbita anua do Sol ; o que pede huma distancia immensa. Se for somente 27. 664 vezes maior que a distancia do Sol , deve cada huma dellas ser do tamanho do Sol. O discurso he este : se huma Estrella da primeira grandeza (v. g. huma que chamão *Sirio* , e he a mais brilhante de todas) fosse do tamanho do Sol , estando junto d'elle , nos pareceria igual a elle ; mas se fosse subindo , á proporção da distancia se iria diminuindo para nós a sua grandeza (prescindamos do augmento enganoso que dá a luz falsa) , e iria enfraquecendo a sua luz ; e se chegasse a ter de nós somente esta distancia , já a sua luz ficaria semelhante á que nós agora recebemos desta Estrella , conforme o calculo que fez o grande *Hugens* (1) ; e reduzindo essa distancia a semidiametros terrestres , conforme o calculo que fizo , som-

ma

(1) Lib. 2. *Cosmetheoros* pag. 135.

ma 670:443.600 seiscentos e setenta milhões, quatrocentos e quarenta e tres mil, e seiscentos semidiametros. Mas ainda Wolfio (1) dá ás Estrellas de primeira grandeza distancia quasi dez vezes maior, porque chega a 6;086:080.000 seis mil e oitenta e seis contos, e oitenta mil semidiametros; neste calculo devem ser muito maiores que o Sol, porque he preciso que o excedão para terem a luz que tem em huma tão enorme distancia. De sorte que, se puzessem hum Sol, igual ao nosso, na distancia que Wolfio dá a *Sirio*, appareceria muito mais pequeno, e fraco na luz, do que apparece esta Estrella. Porém, como já disse, sobre a grandeza das Estrellas, assim como tambem sobre a sua distancia, faltão principios para calcular com segurança. Só se sabe que são mui grandes, porque são visiveis n'uma distancia quasi immensa; e tambem nisto todos desamparão a Tico-Brahe, que foi mui acanhado em todas as suas medidas. Falta fallar do movimento destas Estrellas.

Eug. Do movimento de Vertigem ou rotação já dissestes: agora resta saber dos outros.

Theod. No systema de Tico-Brahe tem hum movimento no espaço de 24 horas de Nascente a Poente, como testemunhão os nossos olhos; porém no systema de Copernico e outros, este movimento he somente apparente; porém disto á manhã fallaremos

Tom. VI.

O

de

• (1) Elem. Astron. §. 1116.

de vagar. Além deste movimento, que chamão commum, tem as Estrellas outro movimento proprio á roda do eixo da Eclitica, como os Planetas; porém he muito mais vagaroso; porque para completar huma Estrella o seu giro, são precisos 25.920 vinte cinco mil, novecentos e vinte annos. Este movimento he do Poente para Nascente, como o dos Planetas, mas he igual em todas as Estrellas; de sorte, que sempre guardão entre si a mesma ordem. No systema Copernicano, de Des-Cartes, de Newton, &c. este movimento não he real, mas apparente, e procede do movimento do eixo da Terra, como n'outra occasião vos explicarei, que agora não me podeis entender; e se chama este periodo *Anno grande*, ou *Platonico*. A'manhã vos explicarei os movimentos de todos os Astros comparados entre si; que agora, depois de ter examinado cada peça de per si deste grande Relógio, podereis entender mais scientificamente a harmonia dos seus movimentos. Por hoje baste; vamos agora a entreter-nos em outras materias.

Eug. Em nenhuma posso achar maior divertimento; mas conheço que convem não tratar de tudo junto, porque me confundiria.

Silv. E tambem porque Theodosio já ha de estar fatigado. Vamos divertir-nos com o jogo.

TARDE XXXII.

Dos movimentos dos Astros comparados entre si.

§. I.

Dos Circulos da Esfera.

Theod. **C**Hegou o tempo, Eugenio, de vos mostrar o admiravel jogo dos movimentos dos Astros, comparando-os entre si, e com a Terra. Porquanto até aqui fô fallei de cada hum em particular; e quando muito a respeito do Sol: agora he preciso explicar-vos a divisáo do Ceo, que tem feito os Astronomos em varios circulos: vinde primeiro a Est. 3. esta Esfera Celette (*Estamp. 3. fig. 1.*) e fig. 1. depois entendereis melhor a Esfera que chamáo *armilar*. Este espaço dos Ceos consideráo os Astronomos como huma esfera concava, que se revolve sobre dous pontos ou pólos, o do Norte, e o do Sul: este de cima N representa o do Norte, e estoutro debaixo S o do Sul; e a linha que lá por dentro vai de hum pólo a outro, cujas extremidades sahem cá fóra, chamáo-lhe eixo do Universo. Este eixo atravessa cinco circulos parallellos que os Astros:

O ii

tronomos descrevem no Ceo ; aqui os têm des *a*, *e*, *i*, *o*, *u*, e todos tem seus nomes : os dous circulos pequenos junto aos pólos , chamão-se *Circulos Polares* ; o do meio *E E* , chama-se *Equador* ; os dous , que ficão aos lados do *Equador* , chamão-se *Tropicos*.

Eug. E como havemos nós de distinguir hum Tropico do outro , se ambos tem o mesmo nome ?

Theod. Distinguem-se pelos pólos onde pertencem ; o de cima chama-se Tropico do Norte , o debaixo chama-se do Sul ; porém fallando em termos mais proprios , o Tropico do Norte chama-se de *Cancro* , o do Sul de *Capricornio* : logo direi a razão. Do mesmo modo os dous circulos Polares se distinguem pelos pólos vizinhos, hum he o do Norte ou *Boreal* , outro chamão-lhe do Sul ou *Austral*.

Eug. Tenho percebido. Que circulo he este atravessado *Z Z* , que vai do Tropico de Cancro até ao de Capricornio ? Vamos mostrando , Silvio , que já somos Astronomos.

Silv. Em todo o caso : fallemos como os Professores.

Theod. O circulo , que vai de hum Tropico ao outro , atravessando o Equador , chamão-lhe *Zodiaco* ; he largo , mas pelo meio del-le vai huma risca ou circulo que chamão *Eclitica* : esta Eclitica he o caminho ou orbita do Sol ; e o Zodiaco he tão largo , para

ra abranger todas as orbitas dos Planetas. Já aqui tendes explicados seis circulos da Esfera, que são os 5 parallelos, e o *Zodiaco* ou *Eclitica*, que se contão por hum circulo só. Faltão ainda outros circulos; para isso vamos agora á Esfera armilar, que já vos não ha de fazer tanta confusão (*Estamp. 3. fig. 2.*). Aqui tendes o Equador E E, tendes ás ilhargas os dous Tropicos; este de cima Z C he o de Cancro, estoutro debaixo T Z he o de Capricornio: alli tendes tambem os dous circulos polares; o boreal b b, e o austral a a: tendes o Zodiaco Z Z. Vamos aos que restão. Restão dous circulos, que chamão *Coluros*, e são dous circulos perfeitamente cruzados entre si em *angulo recto*, e de sorte, que os pólos fiquem nos lugares em que se cruzão: ambos elles corraõ perpendicularmente, e atravessão todos os 5 parallelos; porém hum *Coluro* s s s s corta a *Eclitica* nos pontos Z Z, em que ella se ajunta com os Tropicos; o outro *Coluro* c c c c corta a *Eclitica* nos pontos em que ella se ajunta com o Equador. Este *Coluro* chama-se dos *Equinoccios*, e o outro s s s s chama-se dos *Solsticios*. Logo vos direi a razão de todos estes nomes.

Eug. Está bem: e faltão ainda alguns circulos?

Theod. Faltão ainda dous; porém estes são cá separados da Esfera, ainda que lhe perten-

Est. 3.
fig. 2.

ten-

tencem a ella : hum he esta taboa horizontal H H , que se chama *Horizonte* , e divide o Ceo em duas ametades , huma superior , outra interior ; o outro circulo he o *Meridiano N E S E* , que passa de hum pólo a outro por cima das nossas cabeças. Ora como a Terra he redonda , o circulo , que passa por cima das cabeças em Lisboa , não he o que passa por cima de Pernambuco v. g. : por isso os Meridianos são diversos , e pertence a cada lugar da Terra o seu Meridiano. Como tambem os Horizontes ; porque se o nosso Horizonte nos não deixa descobrir o Ceo senão até hum certo lugar , os que est verem em Pernambuco verão outra porção do Ceo , que nós não vemos , e ficar-lhes-ha occulta outra que nós vemos.

Eug. Com que temos dez circulos na Esfera. O Meridiano , e Horizonte , que são mudaveis , mas os dous Coluros , e a Eclitica , como tambem Equador , Tropicos , e Circulos polares , são Circulos annexos ao Ceo , isto he , são os mesmos a respeito de todos os lugares da Terra.

Theod. Assim he : supposto isto , adiantemos hum pouco. Já disse , que a Eclitica era o caminho do Sol. Quando elle chega ao Tropico de *Cancro* , está o mais levantado que pôde ser sobre o nosso Horizonte , e isto succede nas vespervas do S. João ; e como a Eclitica não passa desse Tropico para fóra , quando o Sol chega ahi , vai logo

vol-

voltando para buscar o Equador ; por isso se chama aquelle ponto , em que a Eclitica toca no Tropico , *Solsticio* , isto he , parada ou estação do Sol , porque vai subindo para o pólo do Norte , até chegar ahi ; e volta logo para baixo , caminhando para o Equador. Da mesma sorte , quando chega ao outro Tropico , lá pelas vésperas do Natal , avizinha-se o mais que pôde a esse pólo ; mas chegando ao Tropico de Capricornio , pára , e volta cá para o Norte outra vez , e assim continúa sempre á roda da Esfera Celeste. Já sabeis que cousa são os *Solsticios* ; o de inverno he no Tropico de Capricornio , e o de verão no de *Cancro* ; e por isso o *Coluro* , que passa por esses dous pontos , se chama dos *Solsticios*. Agora os outros dous pontos , que chamão dos *Equinoccios* , são também na Eclitica ; porém naquelles lugares onde ella corta o *Equador*. A razão deste nome he ; porque quando o Sol chega a esses pontos , que he em vinte de Março , e em 22 de Setembro , são os dias iguaes ás noites.

Eug. Agora já sei porque o outro *Coluro* , que corta a Eclitica nestes pontos , se chama *Coluro dos Equinoccios*.

Silv. Estes circulos todos supponho que tem distancias certas de huns a outros?

Theod. Dizeis bem. O Equador he hum circulo , ao qual perpendicularmente atravessa o eixo do Mundo , que vai de pólo a pólo ,

lo, e dista igualmente de ambos. Os Tropicos distão do Equador cada hum para seu lado 23 graus e meio. Já supponho que sabeis que qualquer circulo se divide em 360 graus. Os dous circulos Polares distão dos pólos outro tanto, isto he, 23 graus e meio; e d'aqui se infere, que assim como o eixo do Equador vai dar nos pólos do mundo; o eixo da Eclitica ha de ter tanta inclinação ao eixo do Equador, como a mesma Eclitica se inclina a respeito do Equador. Ora como a Eclitica se affasta do Equador 23 graus e meio, porque vai abrindo até tocar nos Tropicos, tambem o eixo da Eclitica se vai separando dos pólos, até tocar nos circulos polares, que distão outros 23 graus e meio; e vem a ficar entre os circulos polares e os Tropicos 43 graus; porque do pólo até ao Equador vão 90 graus, que he a quarta parte; tirando 23 e meio do Equador ao Tropico, e 23 e meio do pólo até o circulo polar, restão 43. Entendestes isto bem?

Eug. Não tem muito que entender.

Theod. Ultimamente haveis de saber que na Terra se distinguem e assinalão outros tantos circulos correspondentes aos do Ceo, e com os mesmos nomes. O *Equador* he o que os Navegantes chamão *Linha*, e reparte a Terra em dous hemisterios iguaes, hum que fica para o Norte, outro para o Sul; os dous Tropicos são outros dous cir-

culos , que de huma e outra parte sempre igualmente são distantes da *Linha* o valor de 23 graos e meio. Os circulos Polares são outros dous circulos pequenos , que se tirão á roda dos Pólos , na distancia de 23 grãos e meio. Adverti , que todo o espaço da Terra entre os Tropicos chama-se *Zona Torrida* ; o espaço entre os Tropicos e circulos Polares *Zonas temperadas* ; o espaço dos circulos Polares até aos Pólos *Zonas frigiditas*. Vamos agora a fallar do jogo dos movimentos dos Astros entre si.

§. II.

Do systema Ptolomaico e Ticonico.

Silv. **T**Enho ouvido dizer que nesse ponto ha grande bulha e diversidade entre os Astronomos.

Theod. Hoje tó dous systemas se podem concordar com as observações , porque o de Ptolomeu já ninguem o segue. Elle dizia que todos os Astros se movião em circulos concentricos á Terra : punha a região do Fogo affima da do Ar , depois a orbita da Lua , seguia-se Mercurio , depois Venus , d'ahi o Sol , Marte , Jupiter , e Saturno ; tudo em circulos , cujo commum centro era a Terra. Logo se manifestou a falsidade deste systema pelos Egypcios , que
ob.

observando o movimento de Mercurio ; e Venus , conhecêrão que se revolvião á roda do Sol , e não á roda da Terra : o mesmo se conheceo depois do movimento de Marte , Jupiter e Saturno , os quaes nas suas revoluções não tem por sensível centro a nossa Terra , mas o Sol ; e isto he hoje assentado entre todos os Astronomos. Aqui tendes vós huma Estampa (*Estamp. 2. fig. 13.*) do systema , que chamão Ticonico , porque o ideou *Tico-Bræhe*. Põe o Sol como centro do movimento de todos os Planetas (não fallando na Terra , nem na Lua) : á roda delle se revolvem Mercurio , Venus , Marte , Jupiter , e Saturno , cada qual na distancia proporcionada , e gastando nas suas revoluções o tempo que eu disse. Além disto põe a Terra immovel e firme no centro do Firmamento , ou Ceo estrellado ; á roda da Terra se revolve a Lua na sua distancia ; e depois da Lua em distancia competente se revolve o Sol , trazendo ao redor de si como Satelites os 5 Planetas que já disse.

Eug. Já percebo : assim como á roda do Sol se move Jupiter , trazendo sempre ao redor de si os quatro Satelites ; assim nesse systema , estando a Terra firme , á roda della se move o Sol , levando ao redor de si 5 Satelites ou Planetas , que o acompanhão em proporcionadas distancias , Mercurio , Venus , Marte , Jupiter , e Saturno. Mas dizei-me que caracteres são estes que

que estão aqui na figura (fig. 13) que me mostrais?

Theod. São os symbolos deputados pelos Astronomos para significar os Planetas. Vede os caracteres com os seus nomes á margem, ao pé da mesma figura, e depois por elles conhecereis na figura o lugar, em que se deve pôr qualquer Planeta.

Eug. Percebo: e agora faço reflexão, que andando todos á roda do Sol, a orbita de Mercurio e Venus não alcançam a Terra; mas só a de Marte, Jupiter, e Saturno a abrangem.

Theod. Não vedes que as distancias, que esses tres tem do Sol, he maior que a da Terra ao Sol? forçosamente ha de ficar a Terra dentro dos seus giros.

Sily. E das Estrellas não fazeis caso?

Theod. A seu tempo. Estes movimentos dos Planetas á roda do Sol (que chamamos movimentos proprios de cada hum delles) sempre são de Poente para Nascente; como tambem o movimento dos Satelites á roda do seu Planeta primario, tudo se move de Poente para Nascente: e o que mais he, a mesma Lua no seu periodo á roda da Terra em 27 dias e meio, tambem he de Poente para Nascente; de sorte, que se hoje a Lua nasceo junto de humma Estrella, á manhã quando nascer a Estrella, ainda não ha de nascer a Lua, senão muito depois; e cada vez se ha de ir atrasando, de modo que, passados 27 dias e meio,

meio , torne outra vez a nascer com a dita Estrella , por ter corrido todo o Ceo nesse tempo.

Eug. Ainda não tinha reparado nisso.

Thcod. Pois observai-o , e achareis isto mesmo , que sempre a Lua se affalta das Estrellas , a que corresponde , fugindo para o Nascente. Ao Sol succede isto mesmo , dando huma inteira volta á Terra no espaço de hum anno : se hoje nasceo correspondendo a huma Estrella , á manhã já não pôde corresponder a ella , mas ha de nascer depois da Estrella , recuando sempre para o Nascente , assim como a Lua ; porém com differença , porque a Lua anda para trás muito mais do que o Sol : a Lua em hum mez dá huma volta ao Ceo , correndo todas as Estrellas , que lhe ficão na sua orbita ; e o Sol gasta em correr as Estrellas , que lhe ficão na sua carreira , hum anno inteiro. Estes são os movimentos proprios dos Planetas , e tudo se move assim de Poente para Nascente. Ora supposto isto , toda esta máquina dos Ceos das Estrellas , e dos Ceos dos Planetas , e tudo quanto ha d'aqui para cima , o Omnipotente revolve em 24 horas de *Nascente* para *Poente* á roda da Terra , e este he movimento diurno e commum dos Astros , o qual todos percebem. Para poderdes formar idéa destes dous movimentos , que parecem encontrados , vinde outra vez ao pé deste globo Celeste (*Estamp.* 3. fig. 1.). Já sabeis que este circulo Z Z attra-

vestado he o caminho do Sol : supponde agora que elle está aqui em *p* ; e que , como hum formiga , se move por este caminho *a g z* , e isto sempre para lá ; porém entretanto eu com a mão vou voltando o globo para mim , muito depressa : depois de dar 60 voltas por exemplo , já o Sol ou a formiga terá chegado a este sitio *a* , que he *Aries* , e corresponde ao principio da Primavera ; depois passadas outras 60 voltas , que são outros tantos dias , terá chegado a este lugar *g* , que he *Gemini* , e corresponde ao mez de Maio ; 30 voltas mais que dê tem chegado ao Tropico : e d'ahi continuará pela outra banda ; de sorte , que a formiga ou o Sol , que ande como ella por este globo , correrá a linha da Eclitica , andando para lá ou para o Nascente , em quanto o globo todo com as Estrellas , que estão nelle , em 24 horas se revolvem mui depressa para cá , ou para o Poente. Eis-aqui como succede nos Ceos : andão todos os Ceos , e tudo quanto em si tem no espaço de 34 horas , do Nascente para o Poente ; porém o Sol , a Lua , os Planetas , todos , cada qual pelo seu caminho , vão andando de vagar , e caminhando pelo Ceo como formigas , mas sempre do Poente para Nascente ; por isso , se hoje observardes a Lua , achalla-heis ao pé de hum Estrella , Jupiter ao pé de outra , Marte , &c. cada qual em seu lugar ; se á manhã os fordes observar , nenhum achareis

reis no lugar de hoje , todos affastados desses sitios sempre para o Nascente ; até que , correndo todo o Ceo , tornão ao mesmo lugar , a Lua em 27 dias e meio , Jupiter em 11 annos perto de doze , Saturno em quasi 30 ; e assim os demais.

Eug. Agora acabo de entender isso bem : pois seguro-vos que me custou ; e senão he a comparação da formiga , não o entendia.

Sily. Eu tambem confesso que me confundia com os dous movimentos encontrados , hum do Nascente para Poente , outro ás avéssas.

Theod. O systema Copernicano he muito mais desembaraçado , e facil de perceber.

§. III.

Do systema Copernicano.

Sily. Que importa se he heretico !

Eug. **Q**ue além disso , diz que a Terra anda aos tombos lá pelo Ceo como os outros Planetas : eu não sei como isto lembrou a homem que tivesse o juizo em seu lugar. E dissei-me , Theodosio , e não via esse homem que nós haviamos de cahir precipitados como Icaro , em se voltando para baixo a superficie da Terra , em que vivéssemos ?

Theod.

Theod. O pobre Copernico acha-se aqui sem patrono que o defenda , e com dous inimigos em campo ; vós o impugnais pelo que toca á boa razão , e Silvio pelo que toca á Escritura. E muitos tem outro embaraço para o seguir , que he a authoridade e preceito da Inquisição de Roma , que por motivos mui justos prohibio que se seguisse como *these* ; e só deo licença para se seguir como *hypothese*.

Eug. Não entendo essas duas palavras *these*, e *hypothese*.

Theod. Eu vo-las explico em todo o seu sentido rigoroso. Seguir humia opinião como *these* , he dizer que assim succede na realidade ; seguir como *hypothese* he fazer só humia supposição que a cousa succede assim , sem dizer se na realidade he , ou não he. Quem disser que *a Terra se move como Planeta á roda do Sol , e que isto certamente he assim na realidade* , falla como *these* , para o que he preciso argumento evidente , que o prove ; todos os effeitos Astronomicos , e Fysicos absolutamente podem acontecer estando ella quieta ; porque o Poder e Sabedoria de Deos são infinitos , e muito grande a nossa ignorancia , e equivocação ; ainda nas cousas palpaveis , quanto mais nas remotissimas , como são os Astros. Porém quem disser , que *na supposição que a Terra se mova , e o Sol esteja quieto , se explica bellissimamente tudo quanto se tem até aqui descoberto na Fysica e Astronomia concernen-*

nente a esta materia , diz bem , e discorre prudentissimamente ; e isto permite a Inquisição Romana , que só prohibia o dizer que isto assim era , em quanto não houvesse razão mathematica clara que o provasse : muitos dizem que já temos estas razões , e em Roma todos seguem esse systema. Eu explico hum e outro systema ; porquanto em ambos elles se explicão os effectos , que observamos nos Ceos. Socegai-vos hum pouco ambos vós , que tudo se faz com vagar. Ouvi o systema , e depois iremos a ver o que elle tem de bom , e de máo.

Eug. Isto , Silvio , parece posto na razão.

Silv. Depois mo direis.

Theod. Copernico , e todos os demais Filósofos que o seguem , como Des-Cartes , Newton , &c. dão á Terra o movimento que os nossos sentidos attribuem ao Sol. Huma cousa he certa hoje entre todos , e ninguém ditto duvida , que no caso que a Terra se movesse , como dizia Copernico , nós nenhuma differença perceberíamos. Disto ha mil exemplos : quando passeamos pelo rio no escalor , não vos parece que os navios ancorados e sem vélas vem vindo para nós ? e que os montes da banda d'além , e as arvores das quintas , por onde passamos , se movem ?

Eug. Assim parece ; e das primeiras vezes que embarquei , me parecia que o meu navio estava quieto , e que os rochedos e

cos.

costas, e tudo o mais por onde passava, se movião para mim. Agora que já a experiencia me fez conhecer esse engano, nem isso me lembra.

Theod. Pois o mesmo havia de succeder movendo-se a Terra. Como nós nos havíamos de mover com ella, não perceberíamos o seu movimento, e cuidariamos que o Sol e as Estrellas, essas erão as que se movião para a parte opposta. Copernico diz que a Terra se revolve em 24 horas de Poente para Nascente. Se isso for assim, estando o Sol fixo, quando nós formos caminhando para elle nos ha de parecer que o Sol vem de lá para nós, e caminha para o Poente. O mesmo digo das Estrellas; e como nós não advertimos, nem sabemos deste movimento, attribuimos aos Astros o movimento que he nosso, assim como os que vão embarcados attribuem ás arvores o movimento que elles levão. Por este modo todos vão crendo desde o berço que os Ceos se movem em 24 horas de Nascente para Poente; quando na verdade (diz Copernico) nós somos os que nos movemos de Poente para Nascente. Nem vos pareça que haviéis de perceber o balanço desta grande náó.

Eug. Isso não; porque se eu não percebo o de hum navio quando vai seguido, porque me parece que não anda nada; o movimento da Terra, que havia de ser muito mais igual, menos o havia eu de perceber.

Theod. Aqui tendes vós já explicado o Dia e Noite: porque em quanto andamos voltados para o Sol, he Dia; em quanto andamos da outra parte, he Noite; e vemos as Estrellas.

Eug. E porque não cahimos para baixo, voltando-se a Terra connosco, assim como nos affogamos quando se volta a embarcação?

Theod. Quem he que nos havia de fazer cahir?

Eug. O nosso pezo.

Theod. E para onde nos faz caminhar o nosso pezo ou gravidade?

Eug. Para o centro da Terra. Já advirto no engano.

Theod. Vós percebeis como os antipodas, isto he, os povos, que vivem na Asia, lá por baixo de nós, e com os pés voltados contra os nossos, percebeis, digo, como elles não cahem por essas regiões do ar; porque o mesmo pezo, que nos faz carregar contra a superficie da Terra aqui onde estamos, faz que em redondo do globo da Terra todos os corpos pezem contra a mesma superficie. Cahir para baixo quer dizer cahir para o centro da Terra. Não he isto assim?

Eug. Assim he: confesso o erro.

Theod. Logo cahirem para baixo os homens, que vivem na India, he moverem-se para a Terra; e por mais que o mundo ande á roda connosco, o mesmo pezo que aqui nos une sempre com a Terra, nos
não

não deixaria nunca separar da sua superficie.

Silv. Mas ao menos a força, com que a Terra gira em 24 horas, não atiraria connosco por esses ares? Quando os rapazes jogão o pião, se lhe botamos alguns grãos de arêa sobre o pião, este com o seu movimento rápido atira com elles mui longe; o mesmo succederia connosco.

Theod. Estimo a dúvida, e a comparação, que me ha de servir de muito. A isso chama-se força *centrifuga*; e he certo que todo o corpo, que se move em giro, faz força para fugir do centro do seu movimento: e sem dúvida que, movendo-se a Terra em volta, a não termos a força da Gravidade que sempre sem cessar nos puxa para o centro da Terra, ella atiraria connosco por esses ares: mas bem vedes que temos huma força, que puxa por nós para a Terra, que he a gravidade, seja qual for a sua causa, de que fallámos algum dia. Esta força poz o Omnipotente para contrabalançar e vencer a força *centrifuga*, com que a Terra nos sacodiria de si, assim como a funda sacode a pedra. Advirto, que a esta força da gravidade, que nos puxa para o centro da Terra, chamão os Philosophos força *centripeta*, ou *attracção*: podemos sem escrupulo usar destes nomes no sentido, que expliquei algum dia. Quando fallarmos da figura da Terra entenderéis isto melhor.

Silv. Estou satisfeito : proségui.

Theod. Além deste movimento *diurno* , com que a Terra gira á roda do seu eixo , assim como sabemos que gira o Sol , e Venus , e Marte , e Jupiter , e a Lua , que todos se movem á roda de si mesmos , como o pião : além deste movimento , que faz dia e noite , diz Copernico que a Terra tem outro á roda do Sol em hum anno , com o qual faz o Verão e Inverno ; e este movimento he pela *Eclitica* ou *orbita* , que nós chamamos do Sol ; porque indo nós por huma parte do circulo , eltando o Sol no centro d'elle , parece-nos que elle vai andando lá pela outra parte. Exemplo : quando nós andamos pelo jardim á roda do lago de Netuno , que fica no meio , parece-nos que a Estatua vai andando pela outra borda opposta ; porque como nós nos movemos , ora nos corresponde a Estatua a huma parte da borda do lago , ora a outra. Assim he o Sol , diz Copernico , se agora corresponde a huma constellação , que chamão *Aries* , como nos mudamos para outro lugar , porque a Terra vai fazendo o seu circulo , não póde o Sol corresponder sempre a *Aries* , ha de corresponder a *Tauro* , depois a *Gemini* , &c. E deste modo andando a Terra pela *Eclitica* , cuidaremos que o Sol he quem anda por ella , e que nós estamos parados. Passado hum anno , como torna a Terra a vir ao mesmo lugar , torna outra vez a corresponder-lhe

Ihe o Sol a *Aries*. Isto creio que he claro.

Eug. Clarissimo.

Theod. Supposto isto , vou a dar-vos huma breve idéa de todo o systema de Copernico , e reservo para depois o explicar-vos nelle miudamente tudo quanto se observa no movimento dos Astros. Vede esta Estampa (*Estamp.* 2. *fig.* 12.) que o tem delineado ; o Sol esta no centro do Universo , e só gira á roda de si : as Estrellas tambem todas estão quietas. Quem se move em circulos nesta máquina são só os corpos opacos , os quaes assim como se afastão do Sol , mais ou menos , assim gastão mais ou menos tempo em fazer as suas voltas. Mercurio he o mais vizinho ao Sol , dista pouco mais ou menos 9 para 10 milhões de leguas ; por isso gasta no seu giro quasi 3 mezes. Venus já dista mais , porque chega a 18 milhões de leguas ; e consome perto de 8 mezes no seu circulo á roda do Sol ; mas tambem se revolve á roda do seu centro. Segue-se a Terra , que neste systema he hum Planeta como os outros , redondo , opaco , e revolve-se á roda de si mesma como elles ; porém como dista mais do Sol , ha de gastar mais tempo na volta que faz á roda delle ; a distancia he de 25 milhões de leguas , e o tempo são 12 mezes , ou hum anno. Depois da Terra está Marte já em distancia maior , dista do Sol 38 milhões de leguas , e o tempo do seu

pe-

período ou volta s. o quasi 23 mezes ou dous annos ; e semelhantemente como a Terra e Venus , além do movimento á roda do Sol , tem o seu movimento de rotação sobre o seu centro em 24 horas com pouca differença. Vamos a Jupiter : este Planeta está em distancia muito maior ; porque , conforme dissemos , são 130 milhões de leguas ; porém o tempo , que gasta em fazer o seu circulo , he muito maior , são quasi doze annos ; e tambem como os outros Planetas se revolve sobre o seu eixo : Saturno , que he o ultimo , fim dista do Sol 238 milhões de leguas , mas tambem he o mais vagaroso de todos elles em acabar a sua revolução , porque consome quasi 30 annos. Vamos aos Sateletes : o da Terra , que chamamos Lua , está mui vizinho a ella , só dista 62. 153 leguas ; mas por isso no seu giro á roda da Terra gasta só 27 dias e quasi meio. Jupiter tem 4 Luas em diversas distancias ; e por isso cresce o tempo das suas revoluções entre si , comparando-os com as suas distancias a respeito de Jupiter , assim como cresce o tempo das revoluções dos Planetas grandes , quando crescem as suas respectivas distancias do Sol , á roda de quem girão. O mesmo se oberva exactissimamente nos de Saturno. Vede agora a belleza deste systema. Primeiramente a sua uniformidade e perfeita *analogia* em todas as suas partes. Os corpos luminosos , como Sol e Estrellas , todos

cf.

estão quietos , só tem algum movimento de rotação , mas não mudão sensivelmente de lugar ; e os corpos opacos todos girão. Além disto os corpos mais pequenos girão á roda dos corpos maiores : v. g. a Lua á roda da Terra , que he 49 vezes maior ; os Satelites de Jupiter á roda d'elle , e os de Saturno do mesmo modo ; e todos estes Planetas , porque são menores que o Sol , girão á roda d'elle , como seus Satelites e criados. Demais entre os corpos , que girão á roda de outro , os mais proximos fazem a volta mais de pressa ; os mais remotos , como fazem circulo maior , o acabão mais de vagar. Ainda ha outra semelhança e correspondencia : os Planetas , que girão á roda do Sol , além desse movimento se revolvem sobre o seu eixo ; porque ainda que de Saturno , e Mercurio não consta , he porque se não podem observar bem , hum por mui chegado ao Sol , outro por mui remoto. Ultimamente todos os corpos opacos girando á roda do Sol , ora se chegão mais , ora menos ; e isto se estende a toda essa classe de Cometas , estando só a differença em serem mais compridas as suas Elipses. Não vos parece engenhoso este systema?

Eug. Confesso que estou admirado : que dizeis , Silvio ?

Theod. E que direis vós , se já soubesseis a bellissima concordancia , que elle faz com as leis do movimento , constantemente ob-

fer-

servadas nos corpos terrestres ? Isto admiravelmente descobrio Newton , e á manhã vos mostrarei , explicando-vos a causa fysica dos movimentos dos Astros. De sorte que eu , fallando-vos com a sinceridade Christã , e de amigos , não sei verdadeiramente os segredos de Deos , nem o summamente engenhoso maquinismo sobre que Deos ideou o movimento dos Astros ; porém se elle ideou o movimento dos corpos Celestes , que observamos , sobre estas mesmas leis de movimento , que cá estabeleceo nos terrestres , persuado-me que se hão de mover como se suppõe neste systema. Porém como os Ceos distão tanto da Terra , tambem os principios e leis de movimento lá podem ser mui diversas das de cá. Mas isto pertence á conferencia de á manhã. Agora quero que olhando summariamente para hum e outro systema , conheçais a differença de hum a outro. No systema Ticonico não ha esta belleza , nem uniformidade , nem formosura , como se vê. Além disso , os Planetas no systema Copernicano tem hum só movimento á roda do Sol , do Poente para Nascente , e esse não he demaziadamente rapido como se vê ; porém no Ticonico , além desse mesmo movimento , he preciso outro encontrado , que he o de cada dia ; e esse he velocissimo , por ser em 24 horas. No systema Copernicano , para formar o dia e noite , basta dar a Terra huma volta sobre o eixo em 24 ho-

ras ; e no outro systema , he preciso que toda essa immensa máquina dos Ceos , com todas as Estrellas , Sol , e Planetas , e tambem os Cometas lá escondidos nas altissimas regiões invisiveis , he preciso , digo , que tudo dê huma volta á roda da Terra em 24 horas , que he huma velocidade tal , que parece incrível. No systema Copernicano se explica sem trabalho nenhum o que vemos nos Planetas todos , que ora nos parece que com o seu movimento particular vão para o Nascente , como he costume entre todos ; ora que recuão para trás e vão para o Poente ; ora que ficão parados. Antes sem huma grande perturbação na fabrica dos Ceos , não podia deixar de nos parecer assim , ainda que na realidade elles sempre marchem com hum passo seguido , dando os seus giros de Poente para Nascente. Isto vos explicarei eu de vagar. Pelo contrario no systema Ticonico , para se explicarem estes movimentos , he preciso dizer que os Planetas andando pelo Ceo fazem huma linha toda enroscada como esta (*Estamp. 3. fig.* Fft. 3. fig. 3.); ora andando para diante , como desde *a* até *c* ; ora para trás , como desde *i* até *o* ; ora nem para trás , nem para diante , subindo hum pouco para cima , como desde *o* até *e* , ou de *e* até *i*. Isto bem pôde ser ; porém não he mui natural. No systema Copernicano vai o Planeta sempre seguido para diante , como vereis á manhã , ou no dia seguinte. Ultimamente no systema Co-

per-

pernicano , como disse , acha hum Filosofo que tudo quanto Deos creou , se governa por humas mesmas leis ; que o que vemos praticado no movimento dos corpos , que tocamos com as mãos , he o mesmo que se observa com os olhos lá nas regiões dos Ceos : pelo contrario , no systema Ticonico não se guardão , nem podem conservar as leis de movimento estabelecidas cá na Terra ; tudo se inverte. Eis-aqui o que faz parecer tão bello este systema , que hoje he seguido por muitos , ainda que lhe chamem politicamente mera hypothese.

Silv. Tudo isso eu concedo que seja assim : mas se esse systema he heretico , que importa que seja bello , natural , e facil ? A Escriitura está dizendo que o Sol nasce e se põe ; que gira pelo meio do Ceo , e volta outra vez ao seu lugar ; que a Terra está firme , &c. logo he heresia dizer que a Terra he a que se move , e o Sol he que está parado.

Theod. Dessa mesma frase , de que usa a Escriitura Sagrada , usão ainda os mesmos Copernicanos , dizendo , que quando o Sol tem subido tantos grãos do Horizonte , então apparece mais pequeno que no Horizonte , &c. Mas eu tenho ainda muito que dizer sobre este systema : vamos por partes.

Eug. Mas tirai-nos primeiro este escrupulo.

§. IV.

Ponderão-se os argumentos da Escriitura contra o systema Copernicano.

Theod. **S**Eja embora , e averiguemos antes de tudo esses argumentos , pelos quaes vós , Silvio , julgais que este systema he heretico. Mas primeiro he preciso fazer reflexão , que aquella doutrina , que a Igreja Romana dá huma vez por heretica ou falsa , ou erronea , assim o he na realidade ; pois a Igreja não pôde errar : e por conseguinte , ainda que passem muitos Seculos , não pôde a tal doutrina deixar de ser falsa , ou heretica , ou erronea.

Silv. Isso assim he necessariamente: mas que faz isso ao ponto?

Theod. Eu o digo : Hoje se os Astronomos acharem razão evidente , que prove o movimento da Terra , estava a Igreja prompta para consentir essa opinião , como protectora que he da verdade , e não da mentira. Isto conhecereis vós desta resposta que deo o Padre *Fabri* Penitenciario do Summo Pontifice a certo Copernicano , que lhe fallava sobre este ponto. Eu aqui tenho resistido o lugar nas Transacções de Inglaterra (1) : Lede-o vós em Latim , e traduzi-o

(1) Anno de 1665 no mez de Junho diz assim: P. Fabri e Societate Jesu , Romæ apud

236 *Recreação Filosofica*

zi-o em Portuguez , para que Eugenio entenda a resposta que dá o Penitenciario do Papa ao Copernicano.

Silv. Traduzido rigorosamente , quer dizer: Não humi só vez se tem perguntado aos vossos Corifêis , se tem alguma demonstração , que prove o movimento da Terra ? e nunca se atreverão a dizer que sim. Logo não ha impedimento , para que a Igreja entenda , e declare que se devem entender os lugares da Escritura no sentido literal , em quanto se não mostra o contrario por demonstração ; a qual se algum dia por vós outros for excogitada (o que difficulosamente creerei) , nesse caso de nenhum modo duvidará a Igreja declarar que aquelles lugares da Escritura se devem entender no sentido figurado e improprio , como aquillo do Poeta: *Terræque , urbesque recedunt*. Isto he o que diz o livro fielmente traduzido.

Theod. E parece-me que bem claramente se diz

S. Petrum Pœnitentiarius , rescribens cuidam Copernicano inquit : Ex vestris Coryphæis non semel quesitum est , utrum haberent aliquam pro Terræ motu demonstrationem ? Nunquam ausi sunt id asserere. Nihil igitur obstat , quin loca illa in sensu literali Ecclesia intelligat , & intelligenda esse declaret , quandiu nulla demonstratione contrarium evincitur : quæ si forte aliquando a vobis excogitetur (quod vix crediderim) in hoc casu nullo modo dubitabit Ecclesia declarare loca illa in sensu figurato , & improprio intelligenda esse , ut illud Poetæ : Terræque , urbesque recedunt.

diz o que eu dizia ; que a qualquer hora que apparecer razão convincente , que prove o movimento da Terra , a Igreja declarará que os lugares da Escriitura sobre o movimento do Sol se devem entender no sentido , que lhes dão agora os Copernicanos. E isto não disse a Igreja nunca aos heresges ; que se elles moltrasssem razão convincente a seu favor , entenderia os lugares da Escriitura no sentido , que elles lhes davão.

Sily. Pois que sentido se pôde dar aos lugares da Escriitura , que dizem que a Terra está quieta (1) e firme ; e que o Sol nasce e se põe , e volta ao seu lugar , e gira pelo meio dia (2) ; e que se revolue nos seus circulos , senão o sentido que lhe damos ?

Theod. A resposta que dão os Copernicanos a esses , e outros muitos lugares , que ha semelhantes , da Sagrada Escriitura , he , que se devem entender no sentido natural e commum á intelligencia das gentes , isto he do movimento apparente , e quiete apparente. Deos (dizem elles) não nos quiz ensinar Astronomia na Sagrada Escriitura , quiz que os Sagrados Escriitores fallassem accom-

(1) *Terra autem in æternum stat.* Eccles. 1. v. 4.

(2) *Oritur Sol , & occidit , & ad locum suum revertitur . . . girat per meridiem , & flectitur ad Aquilonem . . . & in circulos suos revertitur.* Eccles. c. 1. v. 5. 6.

modando-se á commua opinião , e intelligencia dos povos , como nos declara S. Jeronymo (1). Por isso disse a Escritura que Deos produzio dous luminares grandes (2), que são o Sol e a Lua , e que fizera além disso as Estrellas : e hoje he certissimo que a Lua nem de si he luminar , assim como o Sol , pois não tem luz propria ; nem he grande , pois se sabe que he a mais pequena cousa que Deos fez em toda essa immensa classe de Astros que conhecemos no Ceo. Pelo que , assim como a Escritura lhe chama grande , sendo minimo astro ; e luminar , sem o ser , sómente porque na commua opinião das gentes a Lua he luminar grande , pois della recebemos luz grande : e seria huma cousa que se não entenderia facilmente então , e perturbaria os povos , se dissesse Moysés que produzira Deos hum Astro minimo de si escuro , e este era a Lua : assim tambem disse que o Sol se movia , e a Terra estava quieta ; porque esta era a opinião e frase de todos. Accrescentai que os melmos Copernicanos nos seus livros , para os entenderem facilmente , usão desta mesma frase vulgar ; e dizem que *quando o Sol sobe tantos grãos do Horizon.*

(1) S. Jeronymo in Jerem. 28. v. 10.: *Quasi non multa in Scripturis sanctis dicantur , juxta opinionem illius temporis , quo gesta referunt , & non juxta quod rei veritas continebat.*

(2) *Fecit quoque Deus duo luminaria magna.*
Gen. 1. 16.

zonte succede isto ; quando chega ao Zenith succede estoutro ; que anda cada dia hum grão para o Oriente ; que tem movimento desigual , ora mais depressa , ora mais de vagar , &c. Todas estas proposições achareis em Copernicanos ; porque , tirada esta questão , accommodão-se ao sentido commum de fallar conforme aos nossos sentidos ; e se fizessem o contrario , era pedanteria. Se hum Copernicano armando algum relógio do Sol se não explicasse com o commum da gente vulgar , ninguém o entendia , e todos farião escarneo delle , e com razão. Por este motivo Deos naquellas cousas , que não são mysterios da Religião , nem conduzem aos costumes , accommoda-se á opinião commua das gentes ; e por isso até usa das mesmas frases , e idiotismos da lingua que erão costumados nos povos a quem fallava. Esta he a razão de tantas parabolás , e semelhanças , e figuras , de que usavão os Profetas , porque este era o costume daquelles tempos. Tambem por isso se diz , que Deos inclina os seus ouvidos ás nossas orações : que penetrado no íntimo do coração tivera pena (1) : que esforçara o poder do seu braço (2) : que Deos tem entranhas de misericordia (3) , &c. sendo certo que

Deos

(1) *Tactus dolore cordis intrinsecus.* Gen. 6.
v. 6.

(2) *Fecit potentiam in brachio suo.* Luc. 1. 51.

(3) *Per viscera misericordiae Dei nostri.* Luc.
1. 78.

Deos nem coração , nem entranhas , nem braços , nem ouvidos tem , fallando propriamente ; mas porque , se algum Theologo prégando ao povo commutasse estas expressões nas suas literaes e genuinas intelligencias , ninguém o entenderia , ou mui poucos ; por isso se deve usar destas frases accommodadas á intelligencia dos povos. Ora se na Escriitura se dissesse : *anda a Terra pelos seus circulos : e firme está o Sol no seu lugar immovel* , &c. os povos que lessem , ou ouvissem ler os livros santos , como os havião de entender ? sem que primeiro se cansassem os Doutores da Lei em lhes dar lições de Astronomia ? Bem vedes que ficarião todos espantados ; e como Deos não tem empenho em que nós sejamos Astronomos , accommoda-se á nossa intelligencia , e falla no sentido commum , e commua opinião. Eis-aqui a resposta dos Copernicanos aos lugares da Escriitura.

Eug. Não me parece fóra da razão.

Theod. Hoje todos os homens doutos se persuadem que esta resposta se não deve desprezar , principalmente depois que se medirão os grãos do Meridiano , e se conheceo com certeza que a Terra tinha a fôrma de huma laranja mais chata da parte dos pólos : ficando a agua do mar no Equador 6 leguas mais alta que nos pólos , o que pede necessariamente a rotação da Terra. Os que se firmão na literal intelligencia , he porque lhes não consta do motivo urgên-

tissimo que obriga ao contrario : e isto não se pôde negar que he mui conforme á razão. Nem disto ninguem se pôde queixar ; porque em quanto esteve o caso em dúvida , quanto he pela Astronomia e pelas leis da Fyfica , deviamos com respeito accommodar-nos á literal intelligencia dos lugares da Escritura , que estão nessa posse. Mas como depois appareceo razão quasi convincente , então fazemos nestes lugares o mesmo , que se faz em outros , que se entendem no sentido vulgar e apparente. Alguns de parte a parte adiantão-se demaziadamente ; huns dizendo que o systema Copernicano já está demonstrado ; outros dizendo , que com razões naturaes se convence de falso. Huns e outros se adiantão muito : averiguemos as razões , que ha a favor , ou contra este systema.

§. V.

Dos argumentos fysicos contra o systema Copernicano.

Sily. **R** Azões contra esse systema não faltão : nem eu sei como hum homem de juizo deixará de se convencer com ellas , por mais bello que elle pareça , pintado como os Copernicanos o pintão.

Theod. E que razões são essas ? examinemo-las.

Sily. Esta manhã estive lendo tantas em hum grande Moderno (1), que não sei se humas me confundirão as outras. Primeiramente se a Terra se movesse , os passaros não acharião os seus ninhos ; porque como depois que sahirão delles , a Terra se moveo , não poderião depois atinar com elles. Demais , as nuvens não poderião nunca estar a prumo sobre nós ; porque revolvendo-se a Terra para o Nascente , as mesmas nuvens , que correspondem agora á nossa cabeça , daqui a hum minuto já ficarião para a parte do Poente.

Theod. E se eu vos disser que com a Terra se revolve tambem a atmosfera do Ar , já não tem difficuldade nenhuma os passaros em achar os seus ninhos , nem as nuvens em ficarem a prumo sobre nós. Assim como , se no convés de hum navio tor huma celha com agua e peixes , ou capoeira com gallinhas ; ainda que a não se mova mui rapidamente , e o puleiro , que agora estava aqui , na noite seguinte esteja muitas leguas longe , as gallinhas sempre acharão os seus puleiros costumados , e os peixes nenhuma differença sentirão de quando a não estiver parada. Desse mesmo modo acontece neste systema aos passaros que voão , e ás nuvens. Tudo se move com a Terra ; e nenhuma differença haverá a respeito dos seus particulares movimentos , quer a Terra esteja firme , quer como hum grande navio

(1) Fortunato de Brixia desde o num. 3398.

vio se mova perennemente junto com a região do Ar, e tudo o que nella habita.

Sily. Tem isso mais que dizer, do que parece. Quem ha de communicar esse movimento ao Ar? O globo da Terra não; porque, quando muito, lhe poderia communicar algum movimento por estar rodeada desse fluido; mas nunca seria tão rápido, como o da mesma Terra: assim como hum peão andando á roda, não communica igual movimento ao ar que o rodeia, posto que sempre o ponha em movimento; e creio ter lido que o vosso Newton demonstrava que hum corpo mettido n'um fluido infinito, dava ás diversas partes do fluido diversa velocidade, attendendo á distancia.

Theod. Estamos em caso differente; porque o Ar não se deve considerar fluido infinito, e muito menos a respeito da Terra: antes justamente se póde reputar por huma ligeira casca do globo Terraqueo. Mas não vos quero interromper.

Sily. Além disto: se a Terra se movesse para o Oriente em 24 horas, haviamos de experimentar sempre hum vento perenne para o Poente; por quanto o ar, não podendo acompanhar a Terra, que se movia para Nascente, iria correspondendo successivamente a todos os lugares, que ficão para o Ocaso, até que, acabando a Terra de dar huma perfeita volta, tornasse a corresponder a Lisboa o mesmo ar que antes lhe correspondia, tendo passado entretanto por

todas as terras que formão esse circulo do globo Terraqueo : e nada disto he assim. Com que, Theodosio, não deis por certo e assentado que ainda no caso de se mover a Terra, também o Ar se havia de mover.

Eug. Na verdade, Theodosio, que já Silvio me parece Moderno no modo, e nos termos com que discorre.

Theod. Gosto de o ver discorrer assim, ainda que não concorde comigo. Mas vós perguntais quem há de dar esse movimento ao Ar? Respondo, que quem o deo á Terra. Se eu fosse Copernicano, não diria que Deos deo o movimento á Terra, e que a Terra levava consigo o ar; senão que Deos deo esse movimento á Terra, e ao Ar que a rodeia. Dado este movimento, perseverarão nelle o Ar e a Terra: especialmente porque estando o espaço dos Ceos assimado ar, ou vazio, ou quasi vazio, não tem quem retarde, ou impida o movimento do ar para o Nascente, acompanhando a Terra. Nem eu me valeria do que se valem alguns Copernicanos, dizendo que por este motivo na *Zona Torrida* (isto he, nas terras que de huma e outra parte acompanhão a linha até aos Tropicos) sempre ha vento para o Poente, procedido de que o ar não acompanha a Terra com tanta velocidade, e por isso parece correr para a parte opposta: digo que não respondo assim, porque não he necessario. Este modo he mais expedito. Deos assim

como deo esse movimento a Jupiter, a Venus, e á Terra neste systema, podia dar o movimento ao Ar, que a rodeia. Porém vós, Silvio, he preciso que estejais persuadido que nem tudo o que dizem os Modernos he certo, ainda que sejão grandes homens. Entre nós ha muita variedade de opiniões, e dellas só huma pôde ser a verdadeira: digo isto para que vos não espanteis de eu não concordar com o Brixia, nem com o P. Ricciolo, a quem nisso elle segue com demaziada veneração. Digo que he demaziada; porque ainda que Deos só desse movimento á Terra, esta communicaria algum ao ar proximo, e este ao outro: assim como succede, quando n'uma bacia de agua, com a mão pouco distante do centro, fazemos mover em roda toda a agua da bacia. Ora ainda que este movimento fosse lento ao principio, he certissimo pelas leis do Movimento (as quaes esse Author trata admiravelmente) que em quanto a Terra excedesse na velocidade o Ar, lhe iria communicando algum movimento: pela parte de fóra da região do Ar não ha nenhum embaraço sensível: logo pelo discurso de tantos milhões de voltas, quantos dias tem havido depois da criação do Mundo, augmentando-se todos os dias o movimento do Ar, chegaria algum dia a igualar o da Terra; e como não ha causa que o retarde, depois de huma vez posto em movimento, nelle ficaria.

Silv.

Silv. Não basta que o Ar iguale o movimento da Terra, he preciso que o exceda; porque como está mais alto, e dista mais do centro da Terra, em 24 horas faria maior volta que a superficie da Terra, e forçosamente para acompanhar a Terra necessitava de maior velocidade: isto he lá pelas vossas leis.

Theod. Que vos parece, Eugenio! Silvio estudou bem o ponto. Ora assim deve ser; mas pergunto: E quanto maior deve ser a velocidade do Ar, do que a superficie da Terra?

Silv. Isso agora vós lá o sabereis.

Theod. Fallemos do Ar até á altura das nuvens; porque do que vai d'ahi para cima, não podemos ter prova da experiencia para dizer que acompanha ou não o movimento da Terra: esta altura quando muito será hum legua; porque, conforme aos mais exactos Geógrafos, os montes mais altos da Terra não vencem esta altura, e sabemos que vencem as nuvens. Sendo pois esta a altura do Ar que tratamos, era preciso ao Ar ahi ter velocidade maior que a da superficie da Terra; porém este excesso era tão pequeno, que ficava insensível: devia em 24 horas andar seis leguas mais, pois só nisto vence o circulo das nuvens ao circulo que faria a superficie da Terra. E que velocidade he esta para ser sensível no Ar? Correr 6 leguas em 24 horas, ou hum quarto de legua em hum hora?

Eug.

Eug. Hum coxo com duas moletas anda mais ligeiro ; e posto huma hora continuada a andar , faria mais de hum quarto de legua.

Theod. Dizeis bem : ora supponhamos que o Ar com effeito nem nesse pouco excede á Terra na velocidade , mas que só a iguala ; seguia-se d'ahi que as nuvens , se tivessem de altura huma legua , a não haver vento do Poente , correrião para lá ; mas tão de vagar , que gastassem 4 horas em andar já em cima huma legua. Ora dai para cá experiencia , pela qual conste que , não havendo vento nenhum extraordinario que as perturbe , não ha lá em cima esta insensivel viração. Supponhamos que eu dizia isto ; que prescindindo de alguma viração do Poente , que contradisse esta continua viração do Nascente , nunca as nuvens podem ficar a prumo sobre nós , sem que lá tenham este lentissimo movimento para o Poente. Quem poderia allegar experiencia , que me convencesse ? Sendo-lhe preciso provar , primeiramente que lá em cima não havia nem esse movimento insensivel ; e além disso , que não havia viração nenhuma do Poente. Sem provar estas duas cousas , ninguém diria que a experiencia provava contra mim. Mas não gastemos tempo com isso. A Terra com a continuação podia dar ao Ar movimento maior que o seu , assim como a mão , movendo-se dentro da agua da bacia por bastante tempo , póde dar á agua , que mais dista do centro , maior ve-

lo-

locidade , que a da mão. Mas a resposta verdadeira he : que este movimento da Atmosfera he immediatamente recebido de Deos , como o mesmo movimento da Terra.

Sily. Mas que dizeis vós á agua das lagôas e tanques que sempre se devião mover para a parte do Poente , porque nunca podião pela sua natureza acompanhar o movimento da Terra , que velocissimamente se volve para o Nascente ?

Theod. Respondo que huma celha de agua num navio , que corre á véla , corresponde ás lagôas da Terra no systema que ella se mova ; e assim como a agua da celha acompanha a celha e navio , assim a das lagôas acompanha a Terra.

Sily. Ainda tenho mais difficuldades ; huma he que a chuva não podia cahir a prumo sobre a Terra ; porque em quanto vinha pelo ar , fugia a Terra para o Nascente ; e se gastar em cahir da nuvem até á Terra 2 minutos , já nesse tempo a Terra tem fugido muitas leguas.

Theod. Quem vos disse a vós que as pingas d'agua podião gastar dous minutos em cahir ? Em dous minutos huma gota de agua , prescindindo da resistencia do ar , cahiria por huma altura de 216 mil pés : e quem deo tanta altura ás nuvens ? Porém gaste a chuva huma hora em cahir , se as nuvens se movem com a Terra , assim como os *restos das gaviás* com os navios ; segue-se
que

que assim como huma pedra lançada de cima do mastro , onde chamão *cesto da gavia* , cahe na raiz do mastro , por mais ligeira que vá a náó , como vos expliquei n'outro tempo (1), porque motivo não ha de cahir a chuva a prumo , por mais ligeira que corra a Terra? Qual he a outra difficuldade que dizeis?

Silv. Vós agora me lembastes huma que tenho ouvido não sei a quem : eu a explico. Se do alto d'hum mastro cahir huma pedra , indo a náó despedida , fará cá em baixo n'uma caixa de barro molle sua cova , não totalmente a prumo ; e cahindo do alto de huma torre , enterra-se bem a prumo ; e se a Terra se movesse , a torre faria o mesmo que faz o mastro.

Theod. A mim me lembra de o ter lido no Padre Lanis , ainda que a outro proposito , mas não lhe dou muito credito ; porque quem o certificou a elle , de que quando a pedra tocou no barro , não tinha o balanço da náó tirado a caixa do barro do Nivel mathematico ; e que a cova , que quando se formou era mathematicamente a prumo , mudando de nivel a caixa , ficou hum pouco obliqua ? Mais : Como conheceo elle , em tão pequena altura , e em materia molle , huma obliquidade , que não podia ser senão muito , e muito pequena ? Mas diga elle o que differ. O caso he que em rigor mathematico deve ser assim no
na-

(1) Tom. I. Tarde III. §. II.

navio , e na torre não. A razão he ; porque no navio , como o ar nao tem a mesma direcção , e velocidade horizontal que se communicou á pedra , deve rigorosamente quando chegar ao barro ter menos velocidade horizontal que o barro , e essa diminuição ha de fazer inclinação para trás na cova. Porém em terra , como no caso , que ella se movesse , o ar levava o mesmo movimento horizontal para Nascente , que levava a pedra cahindo , não havia causa para fazer a cova obliqua no chão : isto he fallando em todo o rigor mathematico , que fysicamente he impossivel que se possa conhecer obliquidade sensivel na cova. Vamos a outra difficuldade.

Silv. Eu a digo : huma peça de artilheria voltada para o Nascente havia de cursar muito mais do que voltada para o Poente , porque no primeiro caso não só a força da polvora , mas o impeto da Terra , levava a bala ; e no segundo era o impeto da polvora contrario ao da Terra. Estas couzas , Theodosio , são tiradas dos vossos mesmos principios ; por isso eu me admiro que homens , a quem vós reputais por grandes Filósofos , tal digão.

Theod. Tendes muita razão : mas reparai , que essa mesma milita contra aquelles , que dizem que na camara de hum navio , quando elle vai com o vento seguido , se jogassem o truque de taco , não sentirião differença nos movimentos das bolas , de quan-

quando jogassem estando o navio parado; e nisto hoje todo o mundo concorda. Silvio, vós não reparais que, indo a bala para o Oriente, tambem a Terra lhe foge; e vindo a bala para o Poente, em quanto vem pelo ar, o chão se lhe vai mettendo por baixo? Supponde vós que a polvora só pôde fazer correr a bala 50 braças, e que esta he a distancia que tem o alvo da peça; e que a Terra nesse tempo correrá 30 braças, por exemplo. Quando o canhão ou peça de artilheria se volta para o Nascente, vai a bala com 80 grãos de velocidade, 30 que lhe deo o impeto da Terra, e 50 da polvora; mas entretanto o alvo fugio com a Terra 30 braças mais para o Nascente: já por estas contas precisa he á bala toda essa velocidade para chegar ao alvo; porque 50 grãos são para vencer a distancia da peça ao alvo, e 30 são para supprir o que elle fugio entretanto com a Terra. Ora voltemos a peça para o Poente. Como o impeto da Terra faz correr a bala 30 braças para o Nascente, ainda que a polvora lhe dê impeto para correr 50 para o Poente, não lhe communicará toda essa velocidade: ha de descontar-se o impeto da Terra em contrario; e só irá a bala com 20 grãos, e só poderá correr 20 braças para o Poente: porém entretanto o alvo, movendo-se com a Terra, se veio chegando para a bala; e assim andando o alvo para cá 30 braças,

a bala para lá 20 , acaba-se a distancia de 50 braças , que entre hum e outro havia , e deo a bala no alvo. Crede-me , amigo Silvio , que se este systema tivesse qualquer embaraço com a Fysica , não o protegerião aquelles que tem chegado a huma , em certo modo escriptulosa , e demaziada observação das minimas leis de movimento para qualquer effeito. Agora os fundamentos , que tem a seu favor este systema , mais alguma força levão ; os desapaixoados verão se he tanta como he precisa , para que se permitta francamente que se siga como *these*.

§. VI.

Das razões fysicas , que favorecem os Copernicanos.

Silv. **N**ão me parece que serão muitos os seus fundamentos.

Theod. O Grande Cardeal Polignac , sendo mui bom Christão , e mui douto , como gloria que foi da purpura Cardinalicia , julgava o contrario do que vós julgais. No seu admiravel livro do *Anti-Lucretio* , depois de referir alguns systemas do Ceo , querendo referir o Copernicano , lhe faz esta Introducção : *Mas porque me obriga o amor da verdade , aquella sentença me arreata de todo , que affirma* &c.

&c. (1) Isto dizia este grande Cardeal: muitos se não atrevem a dizer tanto, ainda que depois da sua morte se tem descoberto muitas razões mui dignas de attenção: e além disso o Summo Pontifice Paulo III. recebeo benignamente o systema Copernicano que seu Author lhe dedicou; e Urbano VIII. quando era Cardeal Barberino, em huma Ode seguio este systema, posto que depois o reprovou. Donde se infere que não he tão fóra da razão como vós dizeis. Mas para mim as mais fortes razões são estas duas. A primeira he tirada da figura da Terra, a segunda do movimento dos Pendulos. Quanto á figura da Terra, hoje dá-se por demonstrado, que ella não he perfeitamente esferica, nem oval, como alguns n'outro tempo affirmarão, mas de figura *esferoide*.

Eug. Não entendo esse nome.

Theod. Eu vo-lo explico: *esferoide* corresponde á figura de huma laranja; he huma esfera, hum pouco mais abatida em dous
pon-

(1) Anti-Lucretio liv. 8. desde o v. 160.

*Sed quia cogit amor veri, sententia totum,
Me rapit illa tamen, quæ per se clara refulget.
Ac mihi Divinam præstantius explicat Artem.*

E pouco depois diz assim:

*At licet ad Terram, quod pertinet, illa diserte,
Expediat, quia nempe eadem se præbet imago,
Vel si spectator, vel si spectata moventur,
Plura tamen Copernicio systemate clarent,
Quæ nunquam evolvet Ptolomeus, &c.*

pontos oppostos (1); assim a Terra não he perfeitamente redonda; porque nos pólos he mais abatida, e na *Linha* ou *Equador*, mais alta e levantada. Ora esta differença de altura desde a superficie da Terra até ao seu centro, ainda que a respeito do volume da Terra he pequena, em si verdadeiramente he mui grande; porque reduzida a leguas Portuguezas, vale quasi seis leguas; de sorte, que o diametro da Terra tirado d'hum ponto do Equador ao outro contrario, tem quasi 12 leguas mais do que o diametro tirado de pólo a pólo. Já dous grandes Filósofos suppondo o movimento diurno da Terra, tinham conjecturado, e feito os seus calculos; e provavão, que a Terra não era, nem podia ser perfeitamente redonda, e que havia de ser mais levantada no Equador. O primeiro foi Hugen (2), o segundo foi Newton (3). Estes homens levados do calculo, e dos principios da Fyfica, dizião que, se a Terra se revolvia á roda do seu eixo, os corpos todos, especialmente os fluidos, haviam de fazer força para fugir do eixo para fóra; porque isto he lei constante (como

(1) Fallando-se geometricamente *he huma elise*, revolvendo-se sobre o seu eixo menor; assim como a esfera he hum circulo, revolvendo-se sobre o seu diametro.

(2) Discours sur la cause de la Pesanteur pag. 113.

(3) Princip. Phil. Nat. Math. lib. 3. prop. 10.

mo vos mostrei quando fallei da funda) que todo o corpo , que se move em circulo , forceja a fugir do centro ; e isto se chama ter força *centrifuga* , a qual he sempre maior , quando he maior o circulo (1), ou quando cresce a velocidade (2) ; como algum dia vos mostrarei , se houver tempo para tratar estas leis de movimento fundamentalmente. Supponde pois , que se revolve a Terra sobre o eixo que vai de pólo a pólo , e que os corpos fluidos fazem força para fugir deste eixo ; não obstante a gravidade que os faz carregar para o centro , necessariamente ha de a agua no Equador estar mais alta que nos pólos e lugares circumvizinhos. Façamos aqui hum a figura (*fig. 4. Estamp. 3.*). A agua Est. 3. de N , ou S (no caso que esta bola ande fig. 4. sobre o seu eixo) fugirá para o o ; nem a gravidade embarçará que ella fuja ; porque a gravidade não he para o eixo N , mas só para o centro ; e assim retirando-se hum pouco a agua do eixo para fóra , não vai contra a gravidade , porque não fica mais distante do centro. No Equador porém e lugares vizinhos , a agua não pôde fugir do eixo , sem fugir tambem do centro : temos logo ahi duas forças encontradas ;

(1) Sempre cresce na razão da distancia do centro.

(2) Tambem cresce na razão do quadrado da velocidade : ou na razão inversa dos quadradinhos dos tempos periodicos.

das ; huma que he a gravidade que a puxa para o centro , outra que he a força centrífuga , que a faz fugir do centro para fóra e levantar para cima ; e quando ha duas forças encontradas , a mais pequena fica vencida , mas sempre diminue algum tanto o effeito da outra , que a vence , porque a cansa e debilita. Aqui a gravidade vence , mas fica mais debilitada ; de sorte , que ainda que a agua não foge de todo , nem salta para o ar , sempre fica mais leve que a dos pólos ; e por isso , para se equilibrar no pezo com ella , lhe he precisa maior altura. Eis-aqui o fundamento destes Filósofos , para conjecturarem que a Terra havia de ser no Equador mais levantada ; porque ahi os corpos não havião de pezar tanto , diminuindo a força centrífuga algum tanto a força da gravidade : e por esta mesma razão dizem elles que Jupiter (cujo movimento de rotação he velocissimo , porque he em 9 horas) tambem não he perfeitamente redondo , he mais alto sensivelmente no seu Equador , do que nos pólos , conforme as mais exactas observações.

Sily. Mas tudo isso he na supposição , que se mova a Terra : negando-se essa supposição , cahe todo esse discurso.

Theod. Ora esperai. Feito este calculo , mandarão-se alguns annos depois homens peritissimos a medir a figura da Terra. Huns forão mandados a medir a volta ou convexidade da Terra junto á Linha ; outros jun-

to aos pólos. Ao *Perú*, que fica na America perto da Linha, forão mandados Mr. *Gordin*, *Condamine*, e *Bouguer*, Academicos da Academia das Sciencias de Paris, e os acompanhárão dous Mathematicos Hespanhoes, D. Jorge João, Commendador de Malta, e D. Antonio de Ulloa, que escrevêrão a historia destas observações; e a *Terneao* na Laponia forão enviados Mr. *Meaupertuis*, *Clairaut*, e *Camus*, todos homens dignos de huma tal empreza: e achárão com effeito a Terra mais levantada no Equador quasi 6 leguas das nossas, com alguma differença do que tinha calculado Newton: e nisto hoje assentão todos. Vai agora o argumento. Se a Terra está quieta, e se não revolve á roda do seu eixo, esta agua em toda a parte ha de pezar o mesmo: logo a agua do mar no Equador, que está 6 leguas mais alta que a dos pólos, por que razão se não ha de entornar para as ilhargas, isto he, para os pólos? Assim se sustentão em pezo 6 leguas de altura de agua! O equilibrio dos liquidos pede que se conservem as suas superficies na mesma altura; e por este modo deve a superficie do mar sempre estar na mesma distancia do centro; porém a experiencia mostra o contrario. Este argumento tem muita força, quanto a mim; e estou persuadido que se estas medidas da figura da Terra se foubessem no tempo do Padre Fabri não reputaria ef-

Tom. VI. R te

te systema tão longe da demonstração como elle dizia.

Silv. Eu lá dessas demonstrações não sei ; e sempre duvido dessas medidas : nem sei como ellas se podem tomar.

Theod. Tambem eu o não sabia antes de o estudar : não me posso demorar nisto muito , aliás eu vos diria como se tomarão.

Eug. Venha o outro fundamento que dizieis.

Theod. Algum parentesco tem com este. Supposto o que fica dito , no caso que a Terra se movesse á roda de si mesma , todos os corpos no Equador e lugares vizinhos havião de pezar menos ; e por conseguinte cahir com menos velocidade para a Terra , por se debilitar o impeto ou força que os trazia. D'aqui seguia-se que os Pendulos dos relógios se havião de mover mais de vagar ; porque elles movem-se porque cahem , e com essa força , que ganharão cahindo , tornão a subir : sendo logo menor a velocidade dos corpos em cahir , tambem ha de ser menor em subir com o impeto ganhado na descida ; e temos em fim que os pendulos farião os seus movimentos mais de vagar no Equador , do que nos lugares proximos aos pólos. Isto he o que dá a razão , e as leis do movimento , que succederia no caso que a Terra se movesse.

Silv. Mas não succede assim.

Theod. Tambem hoje he cousa constantemente assentada , que no Equador são as vibra-

brações dos pendulos muito mais vagarosas, que nas regiões proximas aos pólos : de forte , que o mesmo Pendulo , que no Equador em determinado intervallo de tempo fazia humas tantas vibrações , já em Paris , que dista muito da Linha , fazia muitas mais vibrações ; e na Laponia , que dista muito mais para o Norte , fazia ainda mais , como exactissimamente observarão os Academicos , que forão medir a figura da Terra , tanto os que forão ao Perú , como os que forão á Laponia. Mas além destes Academicos , já outros muitos antes delles tinham achado essa differença ; e advertido em que os Pendulos , quanto mais perto do Equador , tanto mais de vagar caminhavão. E como he cousa constante , que hum Pendulo quanto mais curto he , mais ligeiro anda , sem que nisto se attenda nem á materia da vara , nem ao pezo , mas só ao comprimento ; he hoje cousa assentada entre todos os Astronomos , que quando os lugares mais se avizinhão ao Equador , he preciso encurtar mais os Pendulos , para concordarem nas vibrações com os outros que fazem seus movimentos em regiões distantes da Linha.

Eug. E que respondem a esse argumento os que não são Copernicanos ?

Theod. Huns respondem que isto procede de que na Linha e lugares circumvizinhos , com o nimio calor que ahi ha , se estendem as varas dos Pendulos , e ficão algum tan-

to mais compridos ; e de serem mais compridos , por leis infalliveis se segue , que hão de caminhar mais de vagar.

Silv. Essa resposta desfaz tudo.

Theod. Não he tão boa como parece ; porque em Quito , ao mesmo tempo que cahia neve , andava o pendulo tão de vagar , que foi preciso encurtallo , para que as suas vibrações concordassem com as de París. Além de que este calor insoffrivel da Zona Torrida , com que nos mettião medo , já Eugenio sabe por experiencia que he fabuloso. Se a calma se deve medir pela proximidade do Sol , pelo S. João muito mais perto está o Sol de Lisboa do que da Linha. Mas para que vós vejais , Silvio , como estas cousas se examinão miudamente , hum vara de metal de trinta pés de comprimento exposta ao calor ardentissimo do Sol , estendeo-se hum linha mais ; e cá os Pendulos no Equador se tem 3 pés , e 8 linhas de comprimento , he preciso encurtallos duas linhas ; por onde , se este effeito procedesse do calor , era preciso que ahi , onde se acha neve frequentemente , houvesse hum calor 20 vezes maior , que cá no pino do abraçadissimo Estio.

Silv. Como fazeis vós essas contas?

Theod. O calor da linha , ainda quando ha muita neve , estende pela vossa conta o Pendulo de 3 pés , e 8 linhas , de sorte que cresce duas linhas : logo se tivesse 30 pés de comprimento , havia de crescer 20

linhas, para caberem 2 linhas a cada 3 pés; mas nós vemos que cá o calor do mais tor-te Estiô só faz crescer huma linha na vara de 30 pés : logo lá na Linha quando géla, ha hum calor 20 vezes maior que cá na for-ça do Estiô.

Eug. Eu não sei deffas contas ; sei que ha calma grande, e ás vezes mui pequena, e que se acha muita neve pelos montes.

Silv. A mim parece-me que esta manhã li neste mesmo livro, que isso dos Pendulos não era sempre affim.

Theod. Algumas observações ha, que não concordão totalmente ; mas de forte, que em alguns lugares pouco distantes do Equador os Pendulos não amiudão mais as vibrações á proporção dos grãos de latitude, ou distancia da Linha ; porém creio que são duas ou tres experiencias (1), as quaes po-dião não ser feitas com toda a delicadeza, e exacção que estas materias pedem ; e sen-do lugares mui proximos á Linha, não po-dia ser mui sensivel a differença ; mas o commum dellas he, que quanto mais distão os Pendulos do Equador, mais amiudadas são as vibrações ; especialmente comparan-do os lugares proximos á Linha com outros notavelmente distantes v. g. Lisboa, ou tambem comparando Lisboa com París e Londres, ou París com a Laponia, &c. sendo sempre preciso encurtar os Pendulos, quando se fazião as observações em lugares

no-

(1) Wolf. Elem. Astr. §. 582.

notavelmente mais chegados ao Equador. Mas esta, e outras causas, que pelo tempo adiante poderão descobrir-se, talvez poderão mostrar que não procede esse effeito do movimento da Terra.

Eug. Para nos não convencerem os Copernicanos, basta que os seus argumentos não sejam totalmente evidentes: não he assim?

Theod. Assim he; porque argumento totalmente evidente pede outra casta de demonstração; mas sempre esta tem muita força. Outros argumentos allegão elles que pouca força tem. Hum he a demora que tem a luz em se propagar desde Jupiter até nós, quando o Sol fica no meio; porque fazendo a conta ao tempo dos eclipses dos Satelites de Jupiter, quando passando por detrás d'elle se mettem na sua sombra, sempre tardão hum quarto de hora; porém quando a Terra fica entre o Sol e Jupiter, succedem hum quarto de hora mais cedo. Atribuem elles isto a que como a Terra anda á roda do Sol com o movimento annuo, fica nessa volta humas vezes mais perto de Jupiter, e outras mais longe. Para os Ticonicos nenhum valor tem este argumento; porque no seu systema, posta a Terra fixa, como Jupiter faz a sua orbita á roda do Sol, e conserva d'elle a mesma sensível distancia, estando o Sol e Jupiter em *conjunctão*, tem este Planeta de nós distancia muito maior do que estando em *opposição*, como vos disse. Vendo as Estampas de hum, e outro sys-

Tarde trigesima segunda. 263

systema facilmente se conhece, que em ambos a distancia de Jupiter a nós varia notavelmente, e póde caular essa mesma tardança na propagação da luz. Tambem alguns querem fazer argumento do vento Leste, que sempre reina na Linha; porém não faz força; porque se elle procedesse da rotação da Terra do Poente para Nascente, tambem se havia de sentir esta viração por toda a outra parte, posto que mais branda, porque todas as regiões se movião com a superficie da Terra de Poente a Nascente.

Outros argumentos deduzem da causa fysica dos movimentos dos corpos Celestes. Ora quanto a mim se he certo que Deos os governa pelas leis de Gravidade e impulso, que conhecemos cá nos corpos terrenos, razão tem e muita razão; porém quando fallarmos da causa fysica deste movimento, veremos isto mais claramente, e então veremos a admiravel simplicidade, e Analogia deste systema. Ultimamente podem deduzir o movimento da Terra da Theorica dos Cometas, que ficou entre todos os Astronomos assentada depois da aparição deste profetizado Comeia do anno de 59; e a este argumento se responde tambem no systema Ticonico; porque como o fôco das Elises dos Cometas he o Sol, movendo-se o Sol, e ficando a Terra fixa, temos o Cometa correspondendo ás mesmas Estrellas que corresponderia

ria visto da Terra, andando ella, e estando o Sol parado.

Eug. Ultimamente vós a que systema vos inclinais?

Theod. Eu como *these* suspendo o meu juizo, pelo que já fica dito. Hoje até na Corte de Roma se despreza publicamente o systema de Tico-Brahe, porque nada concorda com as leis de movimento que conhecemos cá na Terra; nem eu sei que ninguém tomasse a empresa de explicallo com essas leis. Agora fallando como mera *hypothese*, isto he, como mera supposição, que cada hum estabelece, para d'ahi explicar os effeitos todos, sigo só a Copernico, usando da licença que me concede a Igreja por hum Decreto dos Cardeaes Deputados da Suprema Inquisição no anno de 1620. E inclino-me mais a este que ao outro, parando em mera *hypothese*; porque se explicão os phenomenos, e movimento dos Astros nelle melhor que no outro. Tanto assim, que até o Padre Ricciolo Jesuita, excellente Astronomo, tendo bem grande odio a este systema, como se conhece dos argumentos e modo com que o impugna, quando vai a explicar os phenomenos, e formar os calculos dos movimentos dos Astros, accommoda-se ao systema Copernicano. Hoje todos os Astronomos se accommodão a elle, pela mais facil explicação dos effeitos que se observão, e melhor calculação dos movimentos; mas a

ver-

verdade Deos a sabe ; porque , como disse , destes dous systemas nenhum está demonstrado mathematicamente , nem definido pela Igreja. Vamos a explicar os movimentos dos Astros.

Eug. Neste ponto temo-nos demorado muito.

§. VII.

Dos Astros Retrogrados , e Estacionarios.

Theod. **C**onvem explicar-vos agora como os Astros humas vezes caminham direitos , outras para trás , outras parece que nem para trás andão , nem para diante : quando caminham para trás , chamão-se *retrogrados* ; e quando parecem parados , chamamos-lhes *estacionarios*.

Silv. Pois os Planetas ora andão para trás , ora para diante ?

Theod. Quanto he pelo que nos dizem os olhos , sim ; porém na realidade , não. Ponhamos exemplo em Jupiter. O seu movimento proprio em todos os systemas já se sabe que he do Poente para Nascente : se Jupiter hoje appareceo junto de humas Estrella , e á manhã apparece afastado della para o Nascente , dizemos que Jupiter vai direito ; porém se Jupiter hoje , á manhã , e o outro dia apparecer sempre junto da mesma Estrella , dizemos que então está
es.

estacionario. Acontece porém muitas vezes, que depois de ter hoje apparecido junto com a Estrella, á manhã apparece affastado della, mas para o Poente, e o outro dia ainda mais affastado; nestes casos dizemos que Jupiter anda *retrogrado* ou para trás. Todos os Planetas tem isto: convem agora saber, de que procede este effeito; e se esta irregularidade de movimentos he real, ou só apparente. Havemos de fazer separação entre os Planetas que chamão *inferiores*, que são Mercurio e Venus, e os *superiores*, que são Marte, Jupiter e Saturno. O que dissermos de Venus, tambem quadra a Mercurio; e o que dissermos de Marte, convem a Jupiter e Saturno: vamos a Venus. Mas antes que comece a explicar-vos este ponto, quero advertir-vos que aqui não fazemos caso do movimento commum em 24 horas do Oriente para o Occidente; porque procedo no systema Newtoniano, que reputa esses movimentos por apparentes: só fallo dos movimentos proprios de cada Astro, que todos são de Poente para Nascente. Isto supposto, já sabeis que Venus anda á roda do Sol perpetuamente neste circulo, que eu aqui debuxo, para mais facil intelligencia (*Estamp. 3. fig. 5.*). Ponho o Sol no meio, e á roda d'elle Venus v; mais abaixo faço huma porção do circulo, que descreve a Terra no systema Copernicano; e lá em cima faço esta linha curva N P, que sup-

põe-

Est. 3.
fig. 5.

Tarde trigesima segunda. 267

põe se ser huma porção do Ceo estrellado. N quer dizer Nascente, P Poente; porque movendo-se a Terra T de *n* para *m*, parece aos seus habitantes, que o Sol se move lá pelo Ceo de P para N, que he o mesmo que de Poente para Nascente. Em quanto Venus vai de *v* para *e*, a Terra não pôde andar tão depressa na sua orbita; e assim, se primeiramente lhe correspondia a R, depois lhe corresponde a G; e este movimento he *retrogrado*, porque he de Nascente para Poente. Supponhamos porém que Venus chegou a *e*: como ahi a orbita já se inclina muito a respeito da orbita da Terra, ha de acontecer, que tirando duas parallelas, o espaço *a e* da orbita de Venus seja tanto maior que o da orbita da Terra, por causa da maior inclinação, quanto a velocidade de Venus he maior que a da Terra: nestes termos, Venus, olhando-a da Terra, sempre corresponderá ao mesmo lugar sensivel do Ceo, e parece-nos *estacionaria*. Porém passando Venus de *a*, como já a orbita inclina muito, sempre a Terra, ainda que mais vagarosa, se affasta mais da linha T R do que Venus; e já Venus, que vista da Terra apparecia em G, agora ha de corresponder alguma cousa de G para R; e continuando a Terra em andar para *m*, e Venus já na volta inferior de *a* para *f*, e de *f* para *i*, a quem estiver na Terra, parecerá que Venus se move de G para R, e
de

de R para N ; e este movimento se chama direito , porque he de Poente para Nascente. Continuando porém Venus e a Terra em andar , chegarão a corresponder entre si , como se Venus estivesse em *i* , e a Terra em T : já então , quando a maior velocidade de Venus a respeito da Terra tivesse a mesma proporção que o espaço da sua orbita entre as duas parallelas a respeito do espaço da orbita da Terra , nesse caso Venus tornaria a parecer *estacionaria* ; e continuando de *i* para V , como anda mais depressa que a Terra , passaria por ella , e iria correspondendo no Ceo successivamente de N para R , que he movimento retrogrado. Pelo que , em hum giro inteiro , Venus seria retrograda de *i* até *e* , de *e* até *a* estacionaria ; de *a* até *s* , e de *s* até *i* caminharía direito ; em *i* seria outra vez estacionaria , e d'ahi outra vez retrograda : e isto he o que acontece na realidade.

Eug. Pelo que me dizeis a irregularidade desse movimento he só apparente ; porque na realidade Venus sempre anda na sua linha continuada de Poente para Nascente.

Sily. Mas por isso mesmo que anda n'uma linha continuada , se quando anda além do Sol se move para huma parte , quando dá a volta por cá , ha de mover-se para a parte opposta , para vir a completar o seu circulo : isto he bem claro.

Eug. Temos logo , que quando Venus passa por entre nós e o Sol , vai retrograda ;
mas

Tarde trigesima segunda. 269

mas no principio e fim do movimento retrogrado fica algum tempo estacionaria, e em todo o mais tempo vai com movimento direito.

Theod. Isso he : e o mesmo se diz de Mercurio á proporção. Vamos agora aos Planetas superiores.

Eug. Que são Marte, Jupiter e Saturno : não he assim ?

Theod. Assim he. Expliquemos o movimento retrogrado de Marte, e fica explicado o dos outros dous. Façamos logo outra figura para mais facil intelligencia (*Estamp.* 3. *Est.* 3: *fig.* 6.). O Sol está no meio do circulo que descreve a Terra T, (já tenho dito que explico estes effeitos no systema Copernicano) a Terra move-se de r para e, d'ahi para o, para s, e para r : semelhantemente Marte na sua orbita move-se mais de vagar, mas tambem de m para n, isto he, de Poente para Nascente; porém como a Terra vai mais ligeira do que Marte, desde que chega a r, vai passando por baixo, e vai-o como deixando atrás, de sorte que olhando da Terra T, se Marte então correspondia a R, d'ahi a pouco ha de apparecer em g; e aqui temos movimento retrogrado, que he de R para g, ou de Nascente para Poente. Supponhamos agora que a Terra chega a e; como já começa a sua linha a inclinar muito, pôde, não obstante a sua maior velocidade a respeito de Marte, não fahir das duas parallelas que

que aqui supponho formadas, senão ao mesmo tempo que sahe Marte , por ficar a linha da Terra mais inclinada. Neste caso olhando da Terra parecerá Marte no mesmo lugar sensível do Ceo ; porque a distancia das parallelas lá no Ceo não pôde perceber-se ; julgará logo o observador , que Marte está parado ou estacionario. Mas quando a Terra passar de *o* , como a linha da orbita inclina muito para baixo , Marte se vai affastando da linha *T R* muito mais que a Terra , e parecerá a quem desde a Terra olhar para elle , que Marte se move de *g* para *R* , que he o mesmo que de Poente para Nascente , ou com movimento direito ; e assim continuará em quanto a Terra volta por *s* até chegar a *r*. Porém tanto que a Terra ficar a respeito de Marte nessa postura , torna a parecer-lhe estacionario pela mesma razão ; e de *r* até e outra vez retrogrado. Não sei se me explico bastante.

Eug. Eu bem entendo. Quanto ao que percebo infiro d'ahi , que todas as vezes que a Terra passa por entre o Sol , e qualquer Planeta superior v. g. Marte , como vai mais ligeira do que elles , parece-nos que elles recuão para trás : assim como quando nós pelo rio vamos com a força de vélas e remos mui ligeiros , todas as demais embarcações que vão mais vagarosas , ao passar por ellas nos parece que recuão ; assim a quem vai na Terra ao emparelhar com
Mar-

Marte ou Jupiter , que são mais ronceiros , lhe ha de parecer que elles Planetas recuão para trás , com movimento retrogrado ; porém quando nós principiamos a voltar , já a nossa velocidade , ainda que seja absolutamente maior que a sua , como voltamos , faz que elles nos correspondão de outra forte ; e no restante da jornada , nós andando na volta debaixo para huma parte , e elles na sua orbita de cima para a parte contraria , nos parecerá que caminharão ligeirissimos com o seu movimento de P para N , ou de Poente para Nascente , que he o direito.

Theod. Já vejo que percebeistes.

Eug. Supposto o que me tendes dito , infiro que hum Planeta póde na sua orbita ser muitas vezes retrogrado.

Theod. Inferis bem ; porque todas as vezes que a Terra passa por entre elle e o Sol , como vai mais ligeira , já o Planeta lhe fica retrogrado : assim Jupiter em cada revolução será mais vezes retrogrado que Marte ; e Saturno ainda mais vezes que Jupiter.

Eug. Estou satisfeito.

Theod. Sendo assim , baste por hoje ; porque o que agora se seguia era dar-vos a causa dos movimentos dos Astros , e as leis que infallivelmente observão ; porém he muito para hoje ; será esta a materia da conferencia seguinte.

Silv. Seja embora , porque a cabeça pouco
côf.

costumada a estas materias , cansa se as conferencias são largas. Vamos entreter-nos com o jogo o restante da noite , que hoje não estou para mais estudo.

Theod. Vamos.



TARDE XXXIII.

Da causa fysica do movimento dos Astros; e das Leis que perennemente observão.

§. I.

Do systema Newtoniano em commum.

Theod. **H**Oje , amigos , havemos de discorrer mais conforme á nossa profissão , do que nos dias precedentes ; porque até aqui mais nos governavão os olhos dos Astronomos , do que a razão de Filosofo : hoje entra o discurso cá mais por nossa casa , e admirareis como pôde a razão descobrir as causas fysicas , ou principios dos movimentos de toda essa maravilhosa fabrica. Sobre este ponto tem havido muitas opiniões , e Silvio poderá ser que se incline a algumas diversas da que eu hei de seguir.

Silv. Eu bem sei que foi opinião de Plató , e Origenes , e Cicero e outros muitos , que os Astros erão animados , e tinham sua alma racional e intelligente , a qual dirigia e governava os seus movimentos ; porém nunca esta opinião me agradou. A que eu sigo , he a que seguem

quasi todos os Santos Padres ; diz que os Astros são governados pelas *intelligencias*, isto he , pelos Anjos destinados por Deos para a sua conducção : e o fundamento parece-me concludente. Porque os Astros não se podem mover por si mesmos , aliás diremos que tem alma , o que se não póde dizer : logo são movidos por outrem. Estoutra causa que os move deve ser poderosa , e sábia , e isto só convem ou a Deos immediatamente , ou aos seus Ministros , que são os Anjos : porque admittir outro corpo que os mova , he ridicularia ; pois esse corpo não poderia governallos bem , não tendo intelligencia : além disso , necessitava de quem o movesse a elle ; porque nenhum corpo se move a si mesmo , como vós nos tendes dito muitas vezes.

Theod. Os Cartezianos querem que os Astros sejam movidos pelos Vortices de matéria cterea , que continuamente girão á roda do Sol. Keplero , homem pasmoso por algumas descobertas que fez no movimento dos Astros , não foi mui feliz na causa do seu movimento : dizia que o Sol lançava de si certas espécies não materiaes , que movidas á roda do Sol levava consigo os Planetas. Estas sentenças já eu vos mostrei quão pouco seguidas devião ser , quando fallámos dos Vortices de Des-Cartes. Agora no que toca á opinião dos Anjos , assim como algum dia foi seguida dos
San-

Santos Padres , assim hoje he rejeitada dos Filósofos Christãos : porque achão que nada conduz para o credito da sabedoria do Supremo Arquitecto , o necessitarem as peças desta Maquina de quem as esteja sempre movendo. Que habilidade mostraria hum homem em fazer qualquer maquina , se a cada roda della tivesse hum moço , que a movesse continuamente ? Os homens tem ideado máquinas , que imitão bem propriamente os movimentos dos Astros , e com huma mola , ou com hum pezo se podem mover : e a Sabedoria de Deos não faria na realidade ao menos huma cousa , que os homens se atrevem a imitar ? A veneração devida aos Santos Padres he naquellas cousas , em que elles fallarão como illuminados , bebendo a doutrina das Escrituras santas , ou Sagrados Concilios , ou da Tradição dos Maiores ; porém em materias de Filosofia , só merecem a veneração que por si tem a sua opinião , e o fundamento della , que he mui fraco , pois no seu tempo nem instrumentos havia , nem observações a proposito.

Sily. Pois aonde ides vós dar comvosco?

Eug. Eu tambem estou esperando o discurso de Theodosio ; porque os Astros não se movem por si mesmos , nem por outro corpo , porque já impugnastes os Vortices ; nem pelos Anjos : só resta Deos ; mas pelo que suspeito , não seguireis isso.

Theod. Sigo que he Deos ; mas por hum modo

do que acredita bem a sua suprema Sabedoria. Isto que digo vai como mera *hypothese*, e he explicar o bello systema Newtoniano, que quanto a mim he a cousa mais engenhosa, que se tem dito em toda a Fysica. Dai-me attenção; e em não entendendo alguma cousa, replicai, para logo vo-la explicar.

Eug. Descançai, que em quanto eu não replicar he signal que tudo vou entendendo.

Theod. Supponhamos que no cume de hum altissimo monte (*Estamp. 3. fig. 7.*) se collocava hum canhão de artilheria horizontalmente, e que despedia huma bala; se fosse com mui pouca ou quasi nenhuma força, logo a bala cahia á raiz do monte *o*; se a força fosse maior, a bala iria mais longe *i*; e a linha, que descreveria, não se encurvaria tanto. Supponhamos que nos tiros que successivamente dava, cada vez hia sendo maior a força, cada vez seria a linha menos curva. Ora supponhamos que a força era infinita; neste caso a bala iria por linha recta *a e*; e nunca declinaria della para baixo, porque força infinita nunca fraquea. Mas não sendo esta força infinita, alguma cousa havia de fraquear, e a bala havia de desviar-se da linha recta, e havia de descrever huma curva: esta curva o seria mais ou menos, conforme a força; de forte que tanto menos abateria e se encurvaria, quanto maior fosse a força da projecção. Ora supponhamos que a força
era

era em tal medida, que a linha, que a bala descrevia, se desviava da recta (ou *Tangente*) *a e* tanto, quanto desta recta ou *Tangente* se desvia a circular descrita á roda da Terra *a m n*. Neste caso (prescindindo da resistencia do Ar, que continuamente iria resistindo á bala, e debilitando-lhe a força) a bala daria huma volta á roda da Terra; porque se não fosse o pezo, e a gravidade que a faz sempre propender para o centro da Terra, iria por huma linha recta *a e*, e fugiria da Terra; mas a gravidade que sempre a opprime, sempre puxa por ella, e a faz encurvar e voltar em circulo: assim como a guia na mão do Picador tem mão no cavallo que anda em roda, e ella he que o faz ir dobrando sempre em giro a sua furiosa carreira; mas no ponto, que a guia estalasse, o cavallo, sendo o campo livre, seguiria a linha recta, e não voltaria em circulo.

Eug. Mas agora por mais força com que se atire a bala, sempre ella vem dar no chão.

Theod. Assim he; porque a gravidade póde mais que a força da projecção. Não se contenta com a curva circular; mas faz dobrar a bala muito mais pela linha *a o*: assim como quando o Picador não se contenta com fazer que o cavallo ande em circulo, igualmente distante d'elle em todas as partes, o puxa com mais força, de sorte que o faz vir á mão. Mas para mim
bas-

basta-me que vós entendais , como podia a força da projecção ser tanta , que a gravidade , ou pezo , apenas pudesse encurvar a linha da projecção *a e* , até a fazer circular como *a m n*.

Eug. Bem percebo como isso póde ser.

Theod. Nette caso duas forças deveis considerar : huma que chamão *centrifuga* , ou força para fugir da Terra e seu centro , a qual se envolve na força da projecção ; a outra força , que chamão *centripeta* , ou *attracção* ; e esta he a força que retém a bala , e prohibe que não fuja pela linha recta *a e* , como ella queria.

Eug. Applicando esses nomes á comparação , de que usastes , a força , que faz o Picador para conservar o cavallo no circulo , he *centripeta* ou *attracção* ; mas a força , que faz o cavallo para seguir a linha recta , chamalhe-hemos força *centrifuga*.

Theod. Dizeis bem. Agora accrescento algumas proposições , que pertencem ás Leis geraes de movimento , e vós não sabeis ; porque quando fallámos nestas materias era muito no principio , e não estaveis senão para cousas mui perceptíveis. (Proposição primeira) : *Todas as vezes que hum corpo se move em circulo á roda de outro , necessariamente devem haver estas duas forças ; huma centripeta , que o faça encurvar a linha do movimento (aliás seguiria a linha recta) ; outra centrifuga , com a qual forceja o corpo por seguir a recta , e affastar-se do centro.*

Por-

Porque necessariamente todo o corpo , que se move em giro , forceja por ir pela linha recta ; e se escapa da força que o puxa para o centro , vai por linha recta , como a pedra escapando da funda , e o cavallo quebrando a guia. Aliás o corpo , se não tivesse esta força com que quer fugir do centro , obedeceria á força centripeta , e viria direito ter ao centro , e não continuaria a mover-se em circulo.

Eug. Isso he claro.

Theod. Acrescento mais outra. (Proposição segunda): *Movendo-se hum corpo em circulo á roda de outro , necessariamente as duas forças centripeta e centrifuga devem ser iguaes.* E he manifesto ; porque indo o corpo em circulo , nem se chega , nem se affasta mais do que estava , a respeito do corpo que fica no centro. Ora fica bem claro , que se a força *centrifuga* fosse maior , havia de vencer a outra , e o corpo se affastaria mais do centro ; e se a força *centripeta* ou *attracção* fosse maior , tambem havia de vencer a outra , e o corpo se chegaria mais para o centro.

Eug. Isso era infallivel.

Theod. Suppostas estas Leis , diz Newton. Todos os Planetas pezão para o Sol ; assim como todos os corpos terrestres pezão para a Terra : além disso , Deos quando os creou , os impellio por linhas rectas , e Tangentes ; porém a *attracção* do Sol , ou *gravidade* dos Planetas para elle he huma

como corda , que os obriga a dobrar a carreira , não consentindo que se affastem , nem fujão delle pelas linhas rectas , como elles pedião pelo impeto com que se movem : e assim esta *attracção* os obriga a voltar em circulo á roda do Sol. Deos , que sabia quanto era o pezo de cada Planeta , ou a força de inclinação para o Sol , os impellio com força proporcionada ao seu pezo , de forte que nem a força centrifuga venceisse a *attracção* , nem fosse della vencida , mas em circulos perpetuos girassem á roda do Sol ; porque como lá não ha materia que retarde os Planetas , com a mesma velocidade , com que derão a primeira volta á roda do Sol , continuão a girar sempre. Que me dizeis a este pensamento ? não he ao mesmo tempo simples , natural , e summamente engenhoso ?

Eug. Quem póde duvidallo ? Eu lembro-me da funda que retem a pedra em giro , forcejando ella a ir pela linha recta. Lembro-me desse exemplo da Picaria , sustentando o picador com a guia a furia do cavallo , e obrigando-o a voltar á roda delle ; e não vejo porque não possa o pezo dos Planetas para o Sol , ser humo como corda , que os faça dobrar a carreira ; forcejando por humo parte elles sempre a affastar-se do Sol , e puxando por outra sempre o Sol por elles com a força do pezo ou da *attracção* , obrigando-os a não distar delle mais do que dis-

distavão , ou , que he o mesmo , fazendo-os girar em redondo.

Theod. Orá o que se diz dos Planetas primarios a respeito do Sol , se diz dos Sate-lites ou Planetas secundarios a respeito dos primarios ; e o mesmo se diz da Lua a respeito da Terra. Tendes formado conceito do systema ? Vamos agora a ver as provas delle. Confesso-vos , que quando eu vi que a Lua , só por estas leis da gravidade , que nós aqui conhecemos na face da Terra , he obrigada a girar á roda della , e que exactissimamente se ajustavão ás leis de movimento , e á observação , palmei.

§. II.

Provas da Gravidade geral e mutua de todos os corpos.

Silv. **O**Ra vamos a ver os fundamentos dessa idéa , que na verdade he engenhosa.

Theod. Primeiramente estabelece Newton , que em todos os corpos ha huma geral e mutua gravidade , a qual , se a consideramos da parte do corpo que se move , chama-se *Pezo* , ou *Gravidade* ; se a consideramos da parte do corpo para onde se move , chama-se *Attracção* : seja isto o que for na realidade , porque Newton por esta palavra só quer significar o effeito ; isto he , o
mo-

mover-se ou propender hum corpo para o outro. Todos os corpos terrestres pezão para a Terra , e huns pezão para os outros mutuamente ; porém como na vizinhança da Terra nenhum corpo , por grande que seja , faz figura á vista do globo da Terra ; assim também não pôde ser sensível a força com que hum corpo puxa pelo outro , á vista da força , com que puxa por ambos todo o Orbe Terraqueo ; porém he mui sensível o pezo da Lua para a Terra. Este pezo prova-se manifestamente pelo que ha pouco vos disse (Proposição primeira). Todas as vezes que hum corpo se move em giro á roda de outro , tem força centripeta , isto he , força que o puxa para o centro ; aliás seguiria a linha recta , que he a mais natural e simples : e bem evidente he que hum corpo , que sempre vai torcendo o caminho para huma parte , tem causa que o faz torcer , e inclinar para essa parte. Ora esta causa , que faz á Lua sempre torcer o caminho inclinando para a Terra , e girando sempre á roda della (como a pedra na funda á roda da mão , e o cavallo com guia á roda do picador) esta força de inclinação para a Terra , se pôde chamar *Pezo* ou *Gravidade* : nem nós quando dizemos que a Lua peza para a Terra , queremos outra cousa , senão que haja humma força , que sempre a puxe para a Terra. Pelo mesmo discurso se vê , que pezão para Jupiter os seus Satelites , e os de Sa-

tur-

turno para o seu Planeta ; aliás não poderiam girar á roda delles ; pois pela Proposição primeira estabelecida , quando hum corpo gira á roda de outro , sempre ha força que o puxa para o centro , e faz voltar o caminho a cada passo , de outro modo seguiria com o impulso o seu caminho direito.

Eug. Nisso já estou : continuai.

Theod. E como todos os Planetas girão á roda do Sol , por este methodo se prova que todos tem força , que os puxe para elle , e os não deixe seguir as linhas rectas das suas projecções : a esta força se chama pezo para o Sol. Falta agora provar o pezo mutuo dos Planetas huns para os outros ; porém este só se faz sensivel em Jupiter e Saturno ; porque quando Jupiter passa o mais perto de Saturno que lhe permittem as suas orbitas , se observa que Saturno se desvia hum pouco , obedecendo á attracção de Jupiter ; e os Satelites de Jupiter se perturbão nas suas orbitas , por obedecerem á attracção superior de Saturno.

Eug. He admiravel observação essa na verdade !

Theod. Convem agora saber as Leis desta gravidade mutua. Vós estareis lembrados de que quando fallámos da *Gravidade* eu vos disse , que por mui diversos que fossem os pezos dos corpos , prescindindo da resistencia do Ar , todos cahião para a Terra com igual velocidade (1).

Eug.

Eug. Lembro-me.

Theod. D'ahi tiremos huma regra geral. (Proposição terceira): *Para julgar da velocidade com que hum corpo cahiria para hum centro, não se deve attender á quantidade de materia desse corpo que cabe.* Pois vemos que tanto o chumbó como a pluma, como a cortiça, tudo com igual velocidade cahe para a Terra (prescindindo da resistencia do Ar): Ficai bem nisto.

Eug. Concorde comvosco, porque me lembrão as experiencias, e as razões que nessa occasião me ponderastes.

Theod. Agora em estoutra Lei, que vou a dizer, podereis ter alguma dúvida. Digo eu, que (Proposição quarta) *conforme he a massa ou quantidade de materia do corpo attrahente, ou que está no centro, assim he a força com que vem para ella o corpo attrahido que gira á roda.* V.g. hum corpo pendurado em igual distancia sobre a Terra ou sobre a Lua, com mais velocidade cahiria para a Terra do que para a Lua. A razão he; porque sendo esta Lei da gravidade geral e mutua, todas as particulas de materia attrahem e puxão por todas as outras: logo as particulas de materia, que ha na Terra, como são muitas mais do que as da Lua, fazem todas juntas huma força de attracção muito maior na Terra do que na Lua; e assim puxando huma e outra força por hum corpo posto em igual distancia de ambos, mais velozmente ha de el-

elle obedecer á attracção da Terra , que á da Lua. Ponhamos algum exemplo pratico. Huma magnete quanto maior he , com maior força puxa pelo ferro , porque são mais as particulas attrahentes , e maior força attrahiva. Outro exemplo : ponhamos em duas barquinhas ligeiras duas magnetes desiguaes , em distancia e postura que mutuamente se attraião ; ambas se movem até ajuntar-se ; mas a mais pequena se move mais ligeira , e obedece mais promptamente , porque a força attrahente da outra he maior. Logo (Proposição quinta) *estabelecida esta mutua attracção ou gravidade entre dous Planetas , se os deixassem livremente obedecer a esta mutua attracção , o mais pequeno se moveria mais ligeiro ; sendo tanto maior a velocidade nelle , quanto o outro o vence em massa , ou na força attrahente proporcionada á massa.*

Eug. Tambem concordo nessa proposição facilmente , e se deduz dos principios estabelecidos ; e até Silvio com o seu silencio as approva.

Silv. Suppostos os principios , sobre que Theodosio discorre , as proposições , que vai estabelecendo , são consequencias necessarias.

Theod. Falta ainda outra Lei : e vem a ser (Proposição sexta) *que esta gravidade decresce e diminue á proporção que cresce o quadrado da distancia em que está o corpo.*

Eug. Não entendo.

Theod.

Theod. Não sei se já vos expliquei que cousa era número quadrado. Número quadrado he o producto de qualquer número multiplicado por si mesmo. V. g. 4 he quadrado, porque he o producto de 2 multiplicado por 2: semelhantemente 9 he número quadrado; porque 3 multiplicado por si mesmo, dá 9. O número, que se multiplica, chama-se raiz quadrada; e o producto he número quadrado. Para ver se me entendeis, assignai-me alguns números quadrados.

Eug. Creio que todos estes são quadrados 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100.

Theod. Acertastes; porque 2 multiplicado per si, dá 4; 3 multiplicado por si, dá 9; 4 multiplicado por si, dá 16; 5 multiplicado por si, dá 25, &c. Ora já que tocámos nisto, digamos logo agora, o que d'aqui a pouco será preciso. Já sabeis que número quadrado he o producto de hum número multiplicado por si mesmo: e sabeis vós que quer dizer número cubico?

Eug. Não.

Theod. Número cubico he o producto do número quadrado multiplicado pela sua raiz: v. g. 9 he número quadrado, a sua raiz he 3; multiplicaí 9 por 3, e fica número cubico.

Eug. Por esse modo 27 he número cubico; porque 3 vezes 9 dá 27.

Theod. Assim he. Portanto em vós querendo fazer hum número cubico, não tendes mais que

Tarde trigesima terceira. 287

que pegar em qualquer número v. g. 2 , e multiplicallo por si mesmo , fica 4 , que he número quadrado : tornai a multiplicar esse 4 ou número quadrado pelo primeiro número 2 , a que chamamos raiz , e fica 8 , porque 4 por 2 dá 8.

Eug. Por essas contas o número cubico formado da raiz 2 he 8 , como dizeis ; o número cubico formado da raiz 3 , he 27 ; porque 3 por 3 são 9 , e 9 por 3 são 27 ; o número cubico de 4 são 64 ; porque 4 por 4 são 16 , e 16 outra vez multiplicado por 4 , são 64. Já vejo que os números cubicos crescem muito depressa.

Theod. Assim he ; e como entendeis isso , facil vos fica o entender o que vou a dizer-vos. Hum corpo posto sobre a Terra em diversas alturas , nem sempre tem o mesmo pezo , ou força para vir para a Terra. Junto della , a força he maior ; mas lá em grande distancia esta força he menor ; e se quizerdes saber ao justo quanto he menor esta força lá em cima , reduzi essas distancias a número de braças , ou leguas , e fazei de cada huma o seu número quadrado ; e a differença dos dous números vos fará conhecer a differença da gravidade nessas distancias. Ponhamos hum exemplo : Hum globo de qualquer materia posto na vizinhança da Terra , dista do centro della hum semidiametro ; e largado livremente , correria em hum minuto segundo 15 pés e meio ; se o levantarmos ao alto , de forte
que

que diste do centro da Terra dous semidiametros, já a sua gravidade diminue a quarta parte, e no mesmo tempo cahiria a quarta parte do espaço.

Eug. E porque?

Theod. Eu vos ajusto a conta : esse corpo posto na vizinhança da Terra dista do centro della hum semidiametro ; e levantado á outra altura, dista dous semidiametros : ora façamos os quadrados desses dous números 1, e 2. O quadrado de 1 sempre he 1 ; porque 1 multiplicado por 1, nunca passa de 1 ; o quadrado de 2 he 4 : logo as gravidades daquelle corpo nas diversas alturas são como 1 e 4, isto he, lá em si-ma he quatro vezes menor ; e se distar do centro da Terra 3 semidiametros, a gravidade ahi ha de ser 9 vezes menor, porque o quadrado de 3 he 9.

Eug. Já entendo.

Theod. Supponhamos agora que se levantava o corpo tão alto como está a Lua, e que distava do centro da Terra 60 semidiametros, a gravidade então seria 3.600 vezes menor do que na vizinhança da Terra ; porque o quadrado de 60 são 3.600 : e por conseguinte o espaço, que corre-ria cahindo n'um minuto, seria 3.600 vezes menor do que cá na vizinhança da Terra. V. g. cá na vizinhança da Terra hum corpo cahindo livremente (sem at-tender á resistencia do meio) n'um mi-nuto inteiro, por causa da aceleração

cor-

Tarde trigésima terceira. 289

(1) correria 54.000 pés (desprézo alguns quebrados para fazer a conta mais perceptivel). Ora este mesmo corpo levantado á altura de 60 semidiametros correria n'um minuto inteiro hum espaço 3.600 vezes menor, que vem a ser 15 pés: tão fraca he nessa altura a gravidade para a Terra. Percebeis isto?

Eug. Percebo; e já vejo como a gravidade diminua á proporção que cresce o quadrado da distancia do corpo a respeito do centro daquelle, para quem inclina e peza.

Thcod. Entendida a lei, falta provar que na realidade he assim como eu tenho dito. Ella pôde-se provar geometricamente (2); mas como vós não entenderéis esta prova,
Tom. VI. T ferá

(1) Supposta a lei constantemente observada e demonstrada, da acceleração dos Graves, quando cahem seguindo a razão dos numeros 1, 3, 5, &c. no fim de qualquer tempo, os espaços corridos pelos graves cahindo, são como os quadrados dos tempos; o quadrado de 60 segundos he 3.600; e multiplicado pelos 15 pés e $\frac{1}{2}$, que o corpo correo no primeiro segundo, são 55.800 pés. Mas para facilitar o calculo, despreza-se o meio pé, e fazendo só conta dos 15, que correo o grave no primeiro segundo, em todo o minuto correrá os 54.000 pés.

(2) Todo o corpo, que diffunde a sua acção ou virtude até alguma distancia, a diffunde em redondo: sendo o espaço que occupa esta virtude, huma como esfera, cujo cen-

ferá a da experiencia. Já fica estabelecido, que toda a vez que hum corpo gira á roda do outro, tem alguma força que o puxa para elle; aliás não iria sempre torcendo o seu caminho, antes marcharia direito para diante: e como os Satelites de Jupiter girão á roda delle, não podeis negar, que pezáo para elle. Mas nem todos pezáo igualmente; porque nem todos tem a mesma distancia de Jupiter: examinando pois estas gra-

tro he o corpo: quando he maior a distancia, a que se estende a virtude (ou seja de cheiro, ou de calor, ou de attracção, ou qualquer outra) tambem esta esfera da actividade he maior. Ora he certo, que quanto maior for o espaço, pelo qual se espalhão as particulas ou raios que obrão, menor ha de ser a virtude dessa acção: e como os raios se espalhão por toda a superficie da esfera da actividade; quanto maior for esta superficie, mais diminuta ha de ser a virtude desta acção. Logo sendo certo pela Geometria, que crescem as superficies das esferas na razão duplicada dos raios, ou distancias do centro, que he o mesmo que na razão dos quadrados desta distancia; segue-se que nessa mesma razão dos quadrados das distancias diminue a virtude do corpo, que está obrando, ou a força da sua acção: e assim tanto a luz, como o calor, como o cheiro, e tambem a attracção, tudo deve diminuir á proporção que crescem os quadrados das distancias, que he o mesmo que diminuir na razão inversa destes quadrados.

gravidades , e conferindo-as entre si , achamos que diminuem á proporção que crescem os quadrados das distancias. O mesmo se observa constantemente nos Satelites de Saturno. Ora conferindo tambem entre si as forças , com que cada hum dos Planetas peza para o Sol , achamos que tambem diminuem nesta proporção. Ultimamente comparamos o pezo da Lua para a Terra com o pezo dos corpos terrestres para a mesma Terra , e achamos que se observa a mesma lei. O caso , que ha pouco eu suppuz , de hum corpo que levantassemos até á altura da Lua , que havia de cahir n'um minuto inteiro só 15 pés para a Terra , não he caso fingido , he verdadeiro , porque tanto cahe a Lua para a Terra em cada minuto.

Silv. Como he isso ! pois a Lua cahe para nós ?

Theod. Não vos affusteis , que vos não ha de cahir sobre a cabeça. Vós já não podeis negar que a Lua peza para a Terra ; porque se ella gira á roda da Terra , tem , conforme o concedido (Proposição primeira) huma força que a puxa para a Terra , e que faz que sempre vá torcendo o caminho inclinando para a parte da Terra , como o cavallo inclina para o Picador. Falta agora examinar quanto peza. Mas o modo com que se examina quanto hum corpo , quando se revolve em giro á roda do outro , cahe ou peza para elle em determi-

Est. 3.
fig. 8.

nado tempo , he este. Façamos hum desenho ligeiro (*Estamp. 3. fig. 8.*) para me entenderdes melhor. Aqui supponho a Terra em *T* , e a Lua em *o*. Se a Lua não tivesse em *o* outro impulso a que obedecer , senão o da sua projecção , ou da força do movimento concebido , iria pela linha *o n* , e fugiria da Terra ; do mesmo modo , se posta em *o* , não tivesse outro impulso mais que o da gravidade para a Terra , cahiria direita para baixo pela linha *o m* *T* ; mas como a hum tempo se acha com estas duas determinações de movimento , huma do impeto concebido , que a impelle pela linha *o n* , outra da gravidade , que a puxa pela linha *o m* , ha de obedecer a ambas as acções , e move-se pela diagonal *o a*.

Eug. Tudo isso he conforme ao que algum dia me ensinastes sobre a composição do movimento.

Theod. Deste modo tenho eu a linha que descreve a Lua á roda da Terra ; e sei a proporção que tem a força com que peza para a Terra , que corresponde á linha *o m* , a respeito da força da projecção , que corresponde á linha *o n*. Além disso sabendo eu qual he o arco , que faz a Lua no espaço de hum minuto , posso considerar esse arco como huma linha recta ; no que não ha erro sensível , sendo a porção mui pequena ; e suppondo que he diagonal de hum parallelogramo recto , conheço quaes
são

são os lados. No lado , que coincide com a linha *o n r* , conheço quanto se moveo por força do impulso da projecção , durando esse minuto , e no lado que he perpendicular á Terra , conheço quanto se moveo por força da gravidade , e o espaço que nesse tempo cahio , ou inclinou a Lua para a Terra. Dividindo pois a orbita da Lua em dias , e horas , e minutos , acha-se que em cada minuto cahe a Lua para a Terra 15 pés e meio ; que he o mesmo que cahiria hum corpo nas vizinhanças da Terra , fô em hum minuto segundo : e deste modo vem a ser a gravidade da Lua nessa distancia 3.600 vezes menor do que a dos corpos que estão vizinhos á Terra ; que he justamente a diminuição conforme cresce o quadrado da distancia da Lua , a respeito da dos corpos vizinhos á Terra. Que me dizeis a isto , Silvio ?

Silv. De mathematicas não entendo nada ; mas vós armais essas contas de modo , que me parece que tendes razão.

Theod. Estas contas quando apparecem tão justas , que o mesmo , que dava o calculo cá pela especulação , he justissimamente o que achamos na praxe do movimento da Lua , digo-vos na verdade que fazem ficar hum homem suspenso. Que dizeis , Eugenio ?

Eug. Tudo tenho entendido ; só não me accommodo muito com dizer que a Lua cahe para nós os 15 pés e meio , ficando ella tão longe como estava de antes.

Theod.

Theod. Não vos embaraceis no modo de falar. Vós percebeis como n'um minuto corre a Lua a diagonal do parallelogramo , que vos mostrei ; e não pôde correr esta diagonal sem abaixar da linha $o n$ para baixo tanto , quanto vale $o m$, ou $n a$; posto que a Lua não fique mais perto da Terra , porque a força centrífuga o não consente. Portanto a força da gravidade da Lua mede-se na linha $o m$; porque se não houvesse esta gravidade , a Lua iria direita por $o n$: logo a gravidade he quem a puxou para baixo , e fez encurvar ; e como desviou a Lua do caminho , que ella queria seguir , tanto quanto vale o espaço de $o m$, ou $n a$, por isso ahi se mede a acção da gravidade. De sorte , que a gravidade sempre puxa a Lua para a Terra , e pertende fazella chegar mais para ella o valor da linha $o m$; porém isto conseguiria a gravidade , se se achasse só sem contrario ; mas achou-se com força centrífuga igual ; porque se a Lua por causa do movimento concebido fosse pela linha recta $o n$, no fim do minuto já distava mais da Terra do que distava antes , o valor da linha $a n$, igual a $o m$. Nestes termos contendem as duas forças iguaes entre si , e o mais , que pôde fazer a gravidade , he que a Lua não se affaste mais da Terra do que estava ; e a força centrífuga o que pode conseguir , foi que a Lua não se chegasse mais para a Terra do que estava ; porém

na

na linha *o m* vemos quanto a Lua se que-
ria chegar ; e na linha *n a* vemos quanto
ella queria fugir. Eis-aqui o que succede na
realidade : e bem vedes o que queremos
dizer, quando dizemos que a Lua cahio nes-
se tempo pela linha *o m* , pois he o que
abateo da linha *o n* para baixo.

Eug. Agora entendo bem.

Theod. Supposto isto, por este mesmo modo
se conhece a força da gravidade de qual-
quer Planeta para o Sol , e de qualquer
Satelite para o seu Planeta. Primeiro; por-
que conhecida a linha circular , e o tempo
em que a descrevem , logo se conhece a
força que obriga a esses Planetas a deixar
a linha recta , e voltar em giro ; e esta for-
ça he a da Gravidade.

Sily. Em todos elles he a mesma razão , que
tendes dado para a Lua. Pergunto agora,
se se observa nelles constantemente esta di-
minuição da Gravidade , á proporção que
cresce a distancia ?

Theod. A proporção que cresce a distancia,
não ; mas á proporção que cresce o qua-
drado das distancias , isso sim. Ponhamos
exemplo nos Satelites de Jupiter : tomão-
se as distancias de todos quatro ; fazemos
os numeros quadrados de cada distancia , e
observa-se fielmente , que nessa proporção
se diminue a gravidade , e o seu effeito ,
que por isso , quanto mais longe estão de
Jupiter , mais de vagar andão ; porque em
cada minuto cahem menos , ou torcem me-
nos

nos o caminho inclinando para Jupiter ; e torcendo menos o caminho , he preciso mais tempo e espaço , para fecharem o circulo , e voltarem ao principio. O mesmo succede em Saturno , e o mesmo em todos os Planetas a respeito do Sol. Donde se tira huma prova convincente da regra que vos dei : que nos Planetas a gravidade diminue na mesma proporção , em que cresce o quadrado das suas distancias. Vamos agora explicar os effeitos desta Gravidade geral.

§. III.

Dos movimentos dos Astros em Elises.

Silv. Vós estais examinando os movimentos dos Planetas , como poderieis n'uma máquina de bronze examinar os movimentos das rodas.

Theod. Vereis que não dou hum unico passo , senão encostado de huma parte nas leis de movimento , que a experiencia , e a razão tem demonstrado ; e da outra nas observações constantes dos Astros. Tenho supposto até aqui , que os Planetas se movem em circulos á roda do Sol , porque me foi assim preciso para a mais facil explicação ; porém na realidade os Planetas não se movem em circulos , mas em *elises* , que quasi parecem circulos. Como porém estas cousas se devem levar em todo o rigor ,

gor , e por outra parte os Cometas não estão isentos desta geral lei da Gravidade , e devemos tambem dar causa fysica do seu movimento em elises , convém applicar ás elises a doutrina dada para os circulos , e apontar as differenças. Já vos disse como se formava a elise , e que tinha dous focos : o corpo attrahente , v. g. o Sol , sempre está n'um foco dessas elises ; de sorte , que tanto os Planetas , como ainda os Cometas se revolvem á roda do Sol ; e de modo se hão de mover , que , acabada a orbita que descrevem , ha de ficar o Sol n'um foco dessas elises : e de facto assim succede.

Eug. Nisso não tenho eu dúvida ; mas está-me fazendo bulha na cabeça , como pôde o Sol com a attracção , ora deixar que o Planeta se affaste mais , ora attrahillo para mais perto. No circulo percebo eu bem como a attracção prende , e subjuga o Planeta de sorte , que não o deixa fugir nem hum só passo.

Theod. Eu vos explico isso pelo modo que me parece mais facil. Mas primeiro havemos de suppor certas proposições , que se demonstrão na Mecanica ácerca dos corpos que se movem huns á roda de outros , as quaes são precisas para o caso presente. Já dissemos que todo o corpo , que gira á roda de outro , tem força centrífuga , isto he , que forceja a ir pela tangente , e fugir do centro (Proposição primeira).

Eug.

Eug. Que quer dizer *Tangente*?

Theod. He huma linha recta , que toca no circulo pela parte de fóra , fazendo com o raio angulo recto.

Eug. Já entendo.

Theod. Accrescento agora (Proposição sétima) que *esta força centrífuga cresce , quando cresce a velocidade do corpo que se move.* De forte , que indo pelo mesmo circulo , se o corpo vai de vagar , tem pequena força centrífuga ; se vai depressa , tem muito maior força , e he preciso que a causa que o puxa para o centro , tenha maior força para o reter no circulo , aliás lhe fugirá para fóra , affastando-se mais do centro do que estava.

Eug. Bem como quando o cavallo anda á guia , se vai de vagar , facilmente se sustenta a corda ; mas se galopea , he necessario puxar com ambas as mãos para o fazer girar em circulo.

Theod. (Proposição oitava): *Este augmento de força centrífuga , supposta a mesma distancia , mede-se pelo quadrado da velocidade (1);* de forte , que , se a velocidade he 3 vezes maior , a força centrífuga cresce nove ve-

(1) Esta regra costumão dalla por outros termos , dizendo que , posta a mesma distancia , cresce a força centrífuga na razão inversa dos quadrados dos tempos periodicos. Eu acho mais perceptivel dizer , que cresce como o quadrado da velocidade , a qual sempre anda na razão inversa do tempo periodico.

vezes. Tambem aqui ha outra regra , que (Proposição nona) *suppondo determinada velocidade no corpo que se move , quanto mais pequeno he o circulo e distancia , maior he a força centrífuga* (1). A razão he ; porque quanto mais pequeno he o circulo , mais he preciso quebrar , e entortar a linha de mo-

(1) Esta regra ainda que pareça contraria á commua , que diz que *as forças centrífugas crescem na razão da distancia* , na verdade o não he ; porque quando se diz que a força centrífuga cresce na razão da distancia , suppõe-se o mesmo tempo periodico ; mas na regra assima dada supponho não o mesmo tempo , mas a mesma velocidade ; e posta determinada velocidade , quanto menor he o circulo , menor he o tempo periodico : e então he maior a força centrífuga. Digo pois que , *posta a mesma velocidade , cresce a força centrífuga na razão inversa dos diametros , ou distancias* : não só porque assim o mostra a experiencia constante nas máquinas das forças centraes , mas porque assim se demonstra (*Estamp. 4. fig. 1.*). Postos dous cir- Est. 4.
culos com huma tangente commua R i , fazem- fig. 1.
do o corpo em R força para seguir a linha recta , maior força he precisa no centro a , para o fazer curvar de i até m , do que no corpo o para o fazer curvar de i até n ; e quanto menor for o circulo , maior he a separação da tangente , e maior deve ser a força da attracção , para obrigar o movel a andar nesse circulo : logo maior he tambem então a força centrífuga : porque , movendo-se o corpo em circulo , sempre são iguaes estas duas forças.

movimento , em ordem a accommodalla a elle ; e por conseguinte maior he a força centrífuga , sempre igual á força attrahente , que obriga o corpo a mover-se em circulo ; pois como já vos disse (Proposição segunda) sempre estas duas forças se equilibrão quando hum corpo se move em circulo. Suppoltas estas leis , vamos a ver como hum Planeta ou Cometa se póde mover em elise , por causa desta gravidade geral para o Sol. Nós não podemos isentar desta universal lei da gravidade os Cometas , vendo-os todos dobrar , e encurvar as suas linhas de movimentos á roda do Sol ; pois se movendo-se rapidamente , sempre vão entortando a linha de movimento para a parte do Sol , he certo que alguma força ha que os puxa para essa parte ; e a esta força , seja qual for , chamamos gravidade do Cometa , ou attracção do Sol , que tudo he o mesmo : ufai das palavras que quizerdes.

Eug. Não tenho dúvida: se elles entortão o caminho , signal he que tem causa que os puxa e faz entortar.

Theod. Descrevamos com a pena a elise de hum Cometa ; e o que dissermos della , diremos de todas as elises dos Cometas e Planetas (*Estamp. 4. fig. 2.*). Supponhamos o Sol S no foco interior da elise ; e o Cometa R no ponto mais alto della. Se quando Deos impellio este Cometa pela tan-

gen-

gente $R a$, levasse força centrífuga igual á força da gravidade para o Sol, havia de descrever huma linha circular, cujo centro fosse o Sol; porém se esta força centrífuga fosse menor, havia de descrever huma curva; mas dentro da circular; e havia de obedecer mais á attracção ou Gravidade. Ora supponhamos que allim foi, veio portanto o Cometa pela curva $R m$: e se ali não houvesse attracção do Sol, sempre escaparia pela tangente $m n$; mas como o Sol nesse lugar m o puxa para si, ha de obedecer de algum modo a essa attracção, e desviar-se dessa tangente, entortando a linha para o Sol. Advirto de caminho, que aqui a attracção do Sol faz dous effeitos; hum he encurvar a linha do movimento, e prohibir que o Cometa siga a tangente $m n$; outro he augmentar a velocidade do Cometa (1); porque elle quer vir pela linha $m n$, que desce para baixo; e a attracção tambem o puxa para baixo; e deste modo o Cometa se vem accelerando, por modo semelhante a hum sino ou pendulo que vem cahindo. Advirto mais, que desde R até e tudo concorre para que o Cometa se avizinhe ao Sol; porque ainda que o deixassem, e elle se movesse pelas tangentes, como o Sol

(1) Porque a linha $S m$, que he a direcção, em m fórma hum angulo agudo com a linha do impeto concebido $m n$: e augmenta necessariamente a sua velocidade, segundo as leis da composição do movimento.

Sol não fica perpendicular ás Tangentes (que isto fô acontece nos circulos) sempre o Cometa se aproximaria ao Sol, como se conhece na mesma figura. Pelo que, nesta descida do Cometa, a attracção não he contraria á linha do impeto, mas antes concorda em parte com ella; e assim accelera o movimento, e encurva a linha: e pondo o Cometa cada vez em menor distancia, he causa de ser cada vez muito maior a attracção (Proposição sexta). Assim vai sempre triunfando a força da attracção até chegar o Cometa ao ponto *e*, que he o *perihelio*, ou a maior proximidade. Agora muitos não percebem como o Cometa d'aqui por diante se pôde ir affastando, sendo a força da attracção aqui maior, que em toda a outra parte; porém não advertem que neste ponto já a linha *S e* da attracção não concorda com a linha do impeto, com que o Cometa quer ir pela tangente *e i* (1), antes deste ponto por diante começa a linha do impeto, que he a tangente, a ser contraria á linha da attracção, e a obrar contra ella (2) e por conseguinte a diminuilla. Tambem não ad-

ver-

(1) Neste lugar a linha da attracção faz angulo recto com a tangente *e i*: e assim nem ajuda, nem retarda o movimento, conforme as leis da composição do movimento.

(2) Movendo-se o Cometa de *e* para *u*, já a linha da attracção *f u* faz hum angulo obtuso com a linha do impeto ou tangente *u e*,

vertem , que aqui a força centrífuga he maior que em toda a outra parte : primeiramente por ser summa a velocidade , e ella crescer conforme o quadrado da velocidade (Proposição oitava) ; e em segundo lugar , porque aqui a volta da linha he muito apertada , e a linha he summamente curva ; o que , conforme está provado (Proposição nona) augmenta a força centrífuga. Sendo logo aqui por dous principios muito grande a força centrífuga , e começando a obrar contra a força da attracção , vai esta ficando vencida , e o Cometa vai-se affastando do Sol daqui por diante. Ora obrando sempre a attracção contra as linhas do impeto ou tangentes , he certo que o Cometa se ha de ir retardando na carreira ; mas sempre , posto que de vagar , vai fugindo , e augmentando-se a distancia do Cometa , e diminuindo a força da attracção ; e por isso sempre a força centrífuga vai vencendo , e o Cometa affastando-se do Sol ; até que chegando a t , indo já o Cometa mui fraco , e tendo a linha da attracção maior inclinação sobre a tangente tg , começa a entortalla mais , e tanto a entorta até que o Cometa vem dar a R , onde acaba a orbita ; e fica outra vez a linha da attracção em angulo recto com a tangente oa , que he a postura mais propria

e a retarda e embaraça tanto , quanto o angulo obtuso excede o recto , conforme o que se demonstra nas leis da composição do movimento.

pria para que a acção da gravidade toda se empregue em curvar a linha, sem ajudar o movimento, nem retardallo. Dizei-me, percebestes isto bem?

Eug. Creio que sim: a comparação do sino ou do pendulo, que tocastes, deo-me bastante luz; porque assim como o pendulo cahindo, sempre se accelera, e subindo sempre se retarda; e quando chega a passar por baixo então he que leva a maior força; assim creio que succede ao Cometa: cahindo para o Sol, accelera-se; passando por baixo, vai velocissimo; e voltando outra vez para cima, vai-se retardando.

Theod. Se reflectirdes bem, haveis de achar huma mui grande semelhança no pendulo cahindo. A attracção da Terra, ou gravidade, obra por linhas que concordão em parte com a do impeto do pendulo cahindo; porque ainda que elle não se movesse circularmente, mas pelas tangentes, sempre se chegava para a Terra; e isto he o que pertende a attracção: o mesmo succede ao Cometa cahindo para o Sol pela maior ellipse. Pelo contrario ao voltar para cima as linhas do impeto no pendulo todas são contrarias á acção da Gravidade; e assim vencem a gravidade, fazendo que o pendulo suba; mas a gravidade se vinga disso, debilitando-lhe pouco a pouco as forças do impeto até as extinguir de todo: e o mesmo acontece ao Cometa subindo; porque as linhas do movimento todas são con-

contrarias á attracção do Sol , e vão zombando della , fazendo que cada vez mais se affaste o Cometa do Sol ; mas cara lhe custa essa vitoria que alcanção da attracção do Sol ; porque esta attracção sempre vai retardando o impeto do Cometa , até o extinguir , e não deixar subir mais , e então começa a obrigallo a dar volta , e descer outra vez para o Sol.

Eug. Tenho entendido perfeitamente ; não vos canseis mais : e supposto o que está dito dos Cometas , já sei o que se deve dizer dos Planetas , á proporção ; porque tudo são elises , ou mais circulares , ou mais compridas.

§. IV.

Das Leis , que inviolavelmente observão todos os Astros nos seus movimentos.

Theod. **A**gora já pôdeis perceber as Leis , que inviolavelmente todos os Astros observão. São duas que descobrio o insigne Keplero , posto que não atinasse com a sua razão. Perdoai , Silvio , que estas materias são hum pouco mais especulativas ; mas como Eugenio já está capaz de as perceber , não posso conter me , nem quero privallo do gozto , que sente a alma , vendo a admiravel belleza deste Mecanismo celeste.

Silv. Não vos reprimaes por meu respeito ; porque também eu gôsto de saber o que não sabia. Que Leis são essas de Keplero?

Theod. A primeira he , que *Todos os Astros em tempos iguaes andão areas iguaes*. A mesma figura , que nos servio para o movimento do Cometa , nos pôde servir agora (*Estamp. 4. fig. 2.*). *Area* chamamos nós ao espaço ou campo , que se comprehende , e fecha entre varias linhas. V. g. o que se comprehende entre a linha $S R$, $S m$, e a curva $R m$.

Est. 4.
fig. 2.

Eug. Percebo que cousa he *area*: que dizeis agora dos Planetas?

Theod. Todos os Astros andão de maneira , que em tempos iguaes fazem areas iguaes ; isto he : supponhamos que n'um mez andou o Cometa de R até m ; no segundo mez andou de m até r , tirem-se linhas de todos esses tres pontos $R m r$ até o Sol. Digo agora que a area do primeiro mez , $R S m$, será igual á area do segundo mez $m S r$. Isto mesmo se conhece pela observação , que constantemente se acha nos movimentos de todos os Astros , ou as elises sejam mais compridas , ou mais circulares. Mas esta lei , que primeiro descobrio Keplero , depois veio a conhecer Newton , que era huma consequencia necessaria da lei da Gravidade geral , que faz volver os Planetas á roda do Sol (1). Ora desta lei se tirão
va-

(1) Todo o corpo , que gira á roda de outro , porque he attrahido , ou peza para elle .

varias consequencias: huma he que: *Todos os Astros descrevem areas proporcionadas aos tempos*: isto he, que em dous dias descrevem huma area dupla, ou dobrada da que

V ii

des-

necessariamente ha de descrever areas iguaes em tempos iguaes. Demonstra-se (*Eslamp.* 4 *Eft.* 4. *fig.* 3.) Seja C o corpo attrahente, posto no centro do circulo, ou no foco da ellipse: o corpo A, que n'um determinado tempo correo A B, no segundo tempo correria por força do impeto concebido outra linha igual B L; mas nesse segundo tempo tambem obra a acção da gravidade. Supponhamos que todos os impulsos continuados pelo discurso do segundo tempo obrão logo no principio delles: e que valem a linha B i, ou a sua parallela e igual I. D. Neste caso o Planeta achando-se em B com huma determinação para B L, por causa do impeto concebido, outra para i, por causa da gravidade, seguiria a diagonal B D. Do mesmo modo em D conservaria o impeto para outra linha igual D e; mas pela nova e maior acção da gravidade que obrava de mais perto, e o puxava para r, seguiria outra diagonal D o; e no quarto tempo, conservando o impeto para outra igual o m, e achando-se attrahido para s, iria pela diagonal o n. Digo agora, que todas estas areas são iguaes: o que assim se demonstra. O triangulo A B C he igual a B L C, tendo ambos elles as bases A B, B L iguaes, e o vertice commum. Tambem he certo que o triangulo B L C he igual a B D C, porque a base B C he commua, os vertices L, e D estão na mesma linha parallela

descreverão n'um dia; e em sete dias huma area sete vezes maior, do que em hum só dia.

Eug. Se elles em tempos iguaes fazem areas iguaes, em tempos desiguaes claro fica que serão as areas desiguaes.

Silv. E de que serve saber isso?

Theod. De muito: serve para saber a razão, porque *Todos os Astros*, quanto mais se *avizinham ao Sol*, mais depressa andão, como mostrão visivelmente os Cometas; e quando se *afastão d'elle*, quanto mais longe estão, mais vagarosos vão. Isto se deduz da regra dada; porque como a area, que hoje descreve o Cometa, deve ser igual á de hontem, se hoje for mais curta, forçosamente ha de ser mais larga, para compensar na largura o que lhe falta no comprimento: ora estando hoje o Cometa mais perto do Sol do que estava hontem, fica a area mais curta; porque, como vedes na figura, o comprimento das areas triangulares $R S m$, $m s r$ he a distancia do Cometa até o Sol S .

Eug.

á base: logo são iguaes; e por conseguinte tambem ficão iguaes os triangulos ou areas $A B C$, e $B D C$. Do mesmo modo se prova que este triangulo $B D C$ deve ser igual a $D e C$, e depois a $D o C$; e finalmente que este ultimo he igual a $o m C$; e depois se vê igual a $o n C$: e assim todos os triangulos e areas descritas em tempos iguaes, serão tambem entre si iguaes, que he o que se pertendia demonstrar.

Eug. D'ahi infiro eu , que , andando o Cometa ou Planeta cá perto do Sol na parte inferior da ellipse , levará hum velocidade incrível ; porque como ahi a distancia do Sol he mui pequena , a area fica mui curta : he preciso logo , para ser igual ás outras que elle descreveo em tempos iguaes , que corra hum linha muito grande , para que se compense na dilatação do campo por essa parte o que lhe falta pela pouca altura desse triangulo.

Silv. Ainda torno a perguntar : E para que serve saber isso ?

Theod. Serve para poder dar a razão de nós termos do Equinoccio de Setembro ao de Março menos 9 dias , do que contamos desde o Equinoccio de Março até o de Setembro.

Silv. Como são essas contas ?

Theod. Eu as ajusto. A Primavera , ou Equinoccio no anno de 61 foi a 20 de Março ás 8 horas da manhã ; o Equinoccio de Setembro , ou principio do Outono , foi aos 22 de Setembro ás 8 da noite : conta os dias , e achareis que gasta o Sol em correr os seis Signos de Inverno 9 dias menos , do que nos seis Signos de Verão ; e a razão he , porque de Inverno está mais perto da Terra : e assim , no systema Copernicano deve a Terra andar mais ligeira , para fazer areas iguaes em tempos iguaes. D'aqui nasce que os relogios , por melhores que sejam , não podem andar justos com o Sol
em

em todo o anno , sem lhes bulirmos na pendula ; porque como o movimento apparente do Sol he irregular , não pôde ajustar-se com huma máquina sempre constante. E se com tudo isto achais , Silvio , que não ha utilidade em saber estas regras , Eugenio lha acha grande ; e vou a explicar-lhe a segunda lei.

Silv Eu não as considero inuteis ; só digo que não me estaria matando para as suas averiguações.

Theod. A segunda Lei de Keplero he esta: *Os quadrados dos tempos periodicos são entre si como os cubos das distancias* (1).
Po-

(1) Esta Lei , supposta a diminuição da gravidade na razão inversa dos quadrados das distancias , pôde demonstrar-se assim , para os que sabem os termos. Suppomos em primeiro lugar que (conforme o demonstrado na *Mecanica*) as forças centrífugas crescem na razão da distancia (supposto o mesmo tempo periodico) : tambem crescem na razão inversa do quadrado dos tempos (supposta a mesma distancia). Logo absolutamente para se conhecer todo o valor da força centrífuga , deve compor-se a razão directa da distancia com a inversa dos tempos periodicos , que he o mesmo que repartir as distancias pelos quadrados dos tempos ; e o quociente , que sahe na divisão , dará o valor da força centrífuga : e como quando o corpo se move em circulo , sempre ha de ser igual a força *centripeta* , segue-se que a medida das forças centraes he a distancia repartida pelo quadrado do tempo : o que

Tarde trigesima terceira. 311

Ponhamos exemplo para me entenderdes.
A distancia de Venus a respeito do Sol he
qua-

se exprime deste modo. $\frac{D}{T^2}$. Suppomos em segundo lugar, que o mesmo he repartir toda a raiz pelo cubo, que repartir a unidade pelo quadrado. V. g. $\frac{3}{27}$ he o mesmo que $\frac{1}{9}$; como tambem $\frac{2}{8}$ he o mesmo que $\frac{1}{4}$. Suppomos em terceiro lugar, que quando huma força cresce n'alguma razão inverfa, para se conhecer o seu valor deve repartir-se por ella; assim como quando cresce n'alguma razão directa, se deve multiplicar por ella. Suppostas estas coufas, combinemos Jupiter com Mercurio a respeito do Sol; e como as suas elises são quasi circulos, podemos reputallas por circulos para a demonstração; a qual, para se fazer ao mesmo tempo perceptivel e breve, se põe nos termos de Algebra: chamemos á força central de Venus F , a de Mercurio f : o tempo periodico de Venus T , o de Mercurio t : a distancia de Venus D , a de Mercurio d . Isto posto (Supposição terceira) pela lei da diminuição da gravidade

$F : f :: \frac{1}{D^2} : \frac{1}{d^2}$; ou (Supposição segunda)

tambem como $\frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3}$; porém conforme

o que dissemos (Supposição primeira) $F : f ::$

$\frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$; logo temos que $F : f :: \frac{D}{T^2} : \frac{d}{t^2}$;

e como $\frac{D}{D^3} : \frac{d}{d^3}$, por conseguinte $T^2 : t^2 ::$

$D^3 : d^3$, que he o que se queria demonstrar;

quasi dobrada da distancia , que delle tem Mercurio : se fosse perfeitamente dupla , fazendo os cubos das distancias como vos ensinei , seria o de Venus 8 vezes maior , que o de Mercurio ; e tambem medindo os tempos , em que girão , sahiria o quadrado do tempo de Venus 8 vezes maior , que o quadrado do tempo de Mercurio (1). Como vós , Eugenio , não tendes outros principios além dos que eu vos tenho dado , não podeis perceber isto cabalmente.

convem a saber , que os quadrados dos tempos entre si erão como os cubos das distancias.

(1) A distancia de Mercurio considerada em partes millelimas da distancia do Sol á Terra vale 387 : o cubo desta distancia he 57:960. 602 : o seu tempo periodico são 2.111 horas : o quadrado deste tempo he 4:456. 321. Em Venus a distancia do Sol vale 723 , o cubo 377: 933.067 : o seu tempo periodico são 5.390 horas ; o quadrado são 29: 052. 100. Se compararmos os dous quadrados dos tempos entre si , acharemos que o de Venus he maior quasi 6 vezes e meia ; e comparando entre si os dous cubos das distancias , o de Venus tambem he maior quasi 6 vezes e meia , que a de Mercurio. Adverte-se que nas distancias qualquer quebrado , que se despreze , quando se fórma o cubo , faz huma consideravel differença ; ao que se deve attribuir toda a pequena desigualdade , que se achar nos calculos : por isso quem quizer fazer o calculo exacto , deve reduzir os números inteiros a quebrados , tanto nas distancias , como nos tempos,

te. Mas sempre admirareis ver os Astros do Ceo sujeitos ás leis do movimento dos corpos terrenos. He cousa pasmosa ver que Jupiter, Saturno e os Satelites de cada hum, lá nessa immensa liberdade das regiões etereas, nem se apressão hum passo, nem demorão o seu movimento; mas que exactamente correspondem ao calculo, que o Filosofo fechado no seu Gabinete com a pena na mão está determinando para hum e outro Astro. Dadas as distancias dos Planetas ao Sol, e dos diversos Satelites a cada hum dos seus Planetas, entra o Filosofo a calcular, e diz: Venus se moverá em tantos mezes, Jupiter em tantos annos e tantos dias, o seu primeiro Satelite gastará tantas horas, o ultimo tantas; e pontualmente não discrepão hum dia, nem huma hora no seu movimento. Verdadeiramente grande he Deos na producção desta pasmosa fabrica; mas brilha muito mais a sua infinita Sabedoria em fazer que toda esta prodigiosa Máquina dos Ceos, e todos seus Astros, tendo movimentos tão diversos entre si, se governem por humas leis tão simples, como as que temos ponderado.

Eug. Eis-ahi onde reluz a sabedoria de hum Relojoeiro ou Maquinista; fazer debaixo de poucas rodas movimentos pasmosos, encontrados, e admiraveis.

Silv. Na verdade que em qualquer Máquina tanto admiramos a multiplicidade dos
mo-

movimentos , como a simplicidade da sua fabrica. Fazer muitos movimentos com muitas rodas , não admira tanto ; mas fazer muitos e encontrados movimentos com poucas , isso causa mais justa admiração.

Theod. Por isso eu dizia que , admittindo este systema da causa do movimento dos corpos Celestes , apparecia muito mais admiravel a Omnipotencia , e Sabedoria de Deos. Mas he tempo de cumprir huma palavra , que vos dei os dias passados.

§. V.

Do Methodo para conhecer o Pezo dos Planetas.

Eug. Não me lembro.

Theod. **N** Era dizer-vos o modo , com que se pezavão os Planetas : aqui tem o seu lugar. Já sabeis que esta gravidade geral , e mutua entre os Planetas , he propriedade que pertence á materia : por consequente da força , com que hum Planeta puxa pelos outros , e os faz girar á roda de si , colligimos a quantidade de materia que elle tem ; pois he cousa bem clara que aquelle , que tiver mais materia *attrahente* (disfarçai-me esta palavra) com mais força ha de puxar pelos outros , e fazellos dobrar os seus caminhos. Combinando pois a força , com que Jupiter puxa pelos seus Satclites , com

a força do Sol puxando por Venus v. g.; e atendendo ás distancias e revoluções dos Satelites, e á de Venus, conhecemos a quantidade de materia attrahente que ha no Sol, e a quantidade de materia que ha em Jupiter. Por isso nós nem de todos os Planetas podemos saber as quantidades de materia que tem. Conhecemos a do Sol, a de Saturno, a de Jupiter, e a da Terra; porque todos estes fazem girar algum, ou alguns corpos á roda de si. O Sol faz girar os Planetas, Saturno e Jupiter os seus Satelites, e a Terra faz girar a Lua; e assim, havendo em todos estes corpos effeito sensível da sua attracção, pela diversidade das attracções medimos a diversidade da materia que nelles ha; pois sendo geral a toda a materia esta propriedade de attrahir, á proporção da força attrahente que houver n'um Planeta, se conhece a quantidade de materia que tem (1).

Silv.

(1) O modo práctico de calcular estes pezos, he este. Pelo que a experiencia mostra, na Máquina das forças centraes, e se demonstra na Mecanica, *movendo-se dous corpos em giro á roda de outro, na mesma distancia, mas em diversos tempos periodicos, sabemos que as forças centrifugas são como os quadrados das velocidades, ou inverse como os quadrados dos tempos periodicos; (que tudo he o mesmo); e como nenhum corpo se move em circulo, sem que a força centripeta attractiva seja perfeitamente igual á centrifuga, segue-se que, movendo-se dous cor-*

Sily. Porém vós também fallastes no peso da Lua ; e não sabemos que este Planeta faça girar algum Satellite á roda de si.

Theod.

pos, na mesma distancia, mas em diversos tempos á roda de outro, a força attrahente deste he a respeito de cada hum inverse, como os quadrados dos seus tempos. E como, estando duas quantidades n'uma determinada razão, se dividimos por ellas huma terceira quantidade, os quocientes ficão nessa mesma razão; segue-se que, se dividirmos por estes dous quadrados dos tempos periodicos o cubo da distancia do corpo central, ficarão os quocientes das divisões entre si como erão os dous quadrados dos tempos; e por conseguinte, ficarão os quocientes da divisão do cubo da distancia pelos quadrados dos tempos, sendo a medida da força attrahiva do corpo central a respeito de cada corpo que gira. Logo nos Planetas, que girão á roda do Sol, conhecemos a força attrahiva que os segura nas orbitas, repartindo o cubo da distancia de cada hum pelo quadrado do seu tempo periodico; e como esta força attrahiva he proportional á massa do Sol, temos que o quociente desta divisão he a medida da massa do Sol. Advirto que, se dividindo o cubo da distancia de Venus pelo quadrado do seu tempo, sahe v. g. 10.000, este mesmo será o quociente feita a operação em Marte, ou Jupiter, &c. A razão he; porque, como fica provado, quando crescem os cubos das distancias, nessa mesma razão crescem os quadrados dos tempos periodicos: ora quando augmentamos o dividendo, e tambem o divisor n'uma

Tarde trigesima terceira. 317

Theod. Argumentais bem ; mas sabeí que a Lua , não obstante isso que dizeis , nos dá hum signal bem sensível da sua attracção sobre a Terra. Nos principios de Newton toda a materia attrahe , e toda he attrahida ;

c

mesma razão , sempre fica o mesmo quociente. V. g. se dividirmos 12 por 3 , dá 4 no quociente ; ora tresdobrems o dividendo 12 , e o divisor 3 ; repartamos 36 por 9 , veremos que sempre sahe o mesmo quociente 4 : por conseguinte se dividirmos o cubo da distancia de qualquer Planeta pelo quadrado do seu tempo periodico , sempre sabirá hum mesmo quociente , para significar a virtude attractiva do Sol , ou a quantidade de materia attrahente que nelle ha. Pela mesma razão feito o calculo nos Satelites de Jupiter a respeito deste Planeta , e nos de Saturno a respeito delle , e na Lua a respeito da Terra , dividindo os cubos da distancia de qualquer Satellite pelo quadrado do seu tempo ; o número , que sabir no quociente , dará a massa de Jupiter , ou Saturno , ou da Terra. Advirto que , ainda que a distancia media da Lua á Terra são $60 \frac{1}{2}$ semidiametros : como a Lua não gira á roda do centro da Terra , mas á roda do centro commum , o qual fica hum pouco distante do centro da Terra ; deve tomar-se o cubo da distancia só de 60 semidiametros. Isto supposto. A distancia de Venus ao Sol são 723 partes millesimas da distancia do Sol a nós : o seu tempo periodico são 19 : 414. 160 segundos. O quarto Satellite de Jupiter dista 12 , 4775.

e assim Terra e Lua mutuamente se attrahem, como já vos disse. O effeito da attracção da Terra conhece-se no giro da Lua á roda della ; e o effeito da attracção da Lua se conhece no giro da Terra á roda da Lua.

Silv. Isso he equivocação.

Theod. Não he : eu me explico. (fallo no systema Newtoniano) Supponde vós que nas duas extremidades de hum regua L T (*Estamp.* 4. *fig.* 4.) temos dous globos, hum grande, que representa a Terra, outro pequeno, que representa a Lua L: supponde mais que, suspendendo esta regua horizontal-

Est. 4.
fig. 4.

das ditas partes millesimas da distancia entre nós e o Sol ; o seu tempo periodico são 1 : 441.929 segundos. O quarto Satelite de Saturno dista 8,5107 das ditas partes millesimas, e o seu tempo periodico são 1 : 377.674 segundos. Finalmente a distancia da Lua á Terra são 3,054 das partes millesimas já ditas ; e o seu tempo periodico são 2 : 360.580 (fallo do Tempo medio). Dividindo agora os cubos destas distancias pelos quadrados dos seus tempos, sahe nos quocientes para significar a massa dos Planetas os números que ficão na mesma razão que estes : Sol 10:000. Saturno 3,250: Jupiter 9,305 : Terra O,0512: Lua O,0013. Mas adverte Gravezande (num. 4162) que como o Sol diminue a gravidade da Lua para a Terra o que vale

$\frac{1}{180,66}$, deve augmentar-se isso na massa da

Terra: ao que se attende, quando se lhe dá o pezo referido.

talmente sobre hum páo perpendicular **C**, formando ahi hum eixo, fazemos girar á roda delle a regua com os dous globos fixos. Neste caso, tanto a Lua, como a Terra andão em giro; huma á roda da outra, e ambas á roda do centro commum **C**. Se o tal centro ou eixo estiver igualmente distante das duas bolas, os dous circulos serão iguaes; porém se estiver mais chegado á bola grande, esta fará o seu circulo muito mais pequeno que a outra. Supponde agora ultimamente que hum homem tendo na mão esta regua assim montada, lhe dava huma pancada de forte, que fôsse girando sobre o eixo; e ao mesmo tempo com ella na mão hia dando hum passeio em circulo á roda de huma fogueira: sendo isto assim, terieis huma imagem dos movimentos da Terra e Lua á roda do Sol, neste systema, representando na fogueira o Sol, e nas duas bolas os dous Planetas Terra e Lua; porque com effeito, assim como os Satelites, fazendo circulos á roda de Jupiter, tambem rodeião o Sol, a Lua, fazendo circulos á roda da Terra como seu Satellite, vai rodeando o Sol; assim a Terra fazendo seus circulos pequeninos á roda do centro commum, em opposição á Lua, rodea o Sol. De sorte que (façamos outra figura *Estamp. 4. fig. 5.*) esta bola Est. 4. pequena **L** não tem por centro dos seus fig. 5. giros a bola grande **T**, mas o ponto **C**, que tambem serve de centro ao giro da
bo-

bola grande ; e do mesmo modo succede no Ceo : a Lua não tem por centro dos seus circulos a Terra , mas hum ponto que fica abaixo da superficie da Terra , o qual tambem serve de centro aos giros pequenos da Terra ; e por isso se chama este ponto centro commum (1). Supponho que me tendes entendido.

Eug. Com facilidade.

Theod. Accrescento agora que , se na Lua houvesse tanta materia como na Terra , este centro commum havia de distar igualmente de ambas ; e se a Terra tiver porção de materia 70 vezes maior que a Lua , este centro commum C deve estar 70 vezes mais perto da Terra , do que da Lua.

Eug. Supponho que he do mesmo modo , que me dissestes , quando fallastes da Balança , em que se punhão pezos desiguaes ; na qual para haver equilibrio , deve o pezo maior estar tanto mais perto do eixo , quanto vence o outro na quantidade de materia.

Theod. Assim he neste caso : deve o centro commum destes movimentos estar tanto mais perto da Terra , quanto o pezo della , ou a quantidade de materia que tem , excede o da Lua : e por isso , assim como medindo na Balança as distancias que tem os dous corpos do eixo commum , se conhece a proporção dos pezos , que elles em si tem

na

(1) Gravezand. Phys. Elem. Mat. n. 4210.

na realidade, ainda que nós antecedentemente não soubessemos o que cada hum pezava; assim tambem medindo as distancias que tem a Lua e Terra do centro commum C, se conhece a proporção que ha entre o pezo da Terra, e o da Lua.

Sily. E como podemos nós saber quanto dista da Terra esse centro commum dos movimentos?

Theod. Medindo primeiramente toda a distancia da Terra á Lua; e observando depois o movimento da Lua, se conhece que ella não tem nos seus giros, como raio dos circulos, toda esta distancia; isto he, que o centro dos giros da Lua, em rigor não he a Terra, mas hum ponto fóra da Terra; e não he mui difficiloso que, observando muitos giros da Lua, conheçamos qual he o seu verdadeiro centro.

Sily. Já entendo: continuai.

Theod. Eis-aqui o modo com que se pôde pezar a Lua, ou saber a quantidade de materia que ella tem: isto he quanto aos pezos dos Planetas. No que toca á sua densidade he facil discorrer, supposto conhecermos o pezo, e o volume. Porque repartindo o pezo de qualquer corpo pelo seu volume, o que sahe na conta he a sua *Densidade*; pois mui bem sabem todos, que se hum corpo tem grande pezo, e pequeno volume, he mui denso; e que se tem menos pezo, ou maior volume, he

mais raro. Por este modo conhecemos a densidade do Sol , de Saturno , Jupiter , Terra , e Lua. Dos mais Planetas já vos disse que não se sabia a densidade , nem o pezo , por faltarem para isso comprincípios bastantes. Mas Newton a conjectura pelo calor , que elles soffrem proporcionado á vizinhança do Sol , julgando que são mais densos os que soffrem maior calor : e assim Marte he menos denso que a Terra , Venus mais , e muito mais Mercurio ; porém isto he pura conjectura. Agora resta fallar da Terra com mais especialidade , porque nos restão muitas cousas que saber ácerca della ; porém reservemos isto para á manhã. Aqui tendes este papel , que he como hum Mapa geral , em que com huma vista de olhos achareis tudo o que vos tenho dito dos Astros ; e podereis facilmente combinar os seus diametros , ou volumes , ou pezos ; como tambem as suas distancias , movimentos , &c. Não vos admireis , se virdes que não concordão estas taboas com algumas , que achareis impressas em bons livros. Eu não condemno as outras ; mas de varias opiniões , particularmente sobre as distancias , no que ha bastante dúvida , escolho a que me parece melhor , que he a proporção que acho em Mr. de la Lande , o mais famoso , e mais estimado Author que temos hoje em materias de Astronomia , e as reduzi a leguas Portuguezas , para vos dar mais gosto ; ainda que louvo a prudencia

cia de Gravesande , que se abstem de dar as distancias dos Astros em medidas certas , e conhecidas , como são semidiametros da Terra , ou leguas ; mas (1) para comparar entre si as diversas distancias dos Planetas ao Sol , divide a distancia da Terra ao Sol em mil partes iguaes , e destas partes millesimas he que usa como medida commua , para determinar as diversas distancias dos Planetas primarios ao Sol. Esta proporção concorda admiravelmente não só com as observações mais exactas , mas (o que he mais) com a Theorica dos movimentos : e o calculo fundado sobre a Theorica dos movimentos não está sujeito a muitos erros ; porque sendo huma vez certo o Principio , pelo calculo se tirão consequencias innegaveis ; e podemos descer a muito maior miudeza , do que sómente com as observações dos Telescopios. Além de que , admittindo hoje os Astronomos , e Fyficos a regra de Keplero , e confessando que os quadrados dos tempos são entre si como os cubos das distancias , sendo admittido por todos o mesmo quadrado dos tempos periodicos , devem tambem concordar na proporção dos cubos das distancias.

T A B O A

Da Grandeza.

<i>Nom.</i>	<i>Diametro</i>	<i>Superficie</i>
Sol.	Tem quasi 113 diámetros da Terra, que valem 232. 670 leguas Portuguezas.	He pouco mais de 12.733 vezes maior que a superficie da Terra, e vale 1701. 1391. 472. 160 leguas quadradas.
Merc.	Tem menos da terca parte do diametro da Terra, e vale 848 leguas Portuguezas.	Quasi 6 vezes menor que a superficie da Terra, e val 2: 259. 950 leguas quadradas.
Ven.	Tem pouco menos do diametro da Terra, e vale 1. 997 leguas Portuguezas.	Pouco menor que a superficie da Terra, e tem 12: 533. 117 leguas quadradas.
Ter.	Tem de diametro 2. 062 leguas Portuguezas: o circulo maximo tem 6. 480 leguas.	A superficie tem 13: 361. 760 leguas quadradas.
Lua.	Tem pouco mais da quarta parte do diametro da Terra, e vale 563 leguas Portuguezas.	Pouco mais de 13 vezes menor que a superficie da Terra, e tem 995. 947 leguas quadradas.
Mart.	Tem mais da ametade do diametro da Terra, e vale 1. 333 leguas Portuguezas.	Pouco menos que a metade da superficie da Terra, e vale 6: 010. 518 leguas quadradas.
Jupit.	Tem pouco mais de 11 diámetros da Terra, e vale 23. 503 leguas Portuguezas.	Quasi 130 vezes maior que a superficie da Terra, e vale 1: 736. 072 leguas quadradas.
Sat.	Tem pouco mais de 10 diámetros da Terra, e vale 20. 833 leguas Portuguezas.	Quasi 102 vezes maior que a superficie da Terra, e vale 1: 640. 40. 695 leguas quadradas.

P R I M E I R A.

Pezo e Densidade dos Planetas.

<i>Volume</i>	<i>Pezo</i>	<i>Densidade</i>
He 1:435.025 vezes maior que o volume da Terra.	He 365.412 vezes mais pezado que a Terra.	He quasi 4 vezes menos denso que a Terra.
Pouco mais de 14 vezes e meia menor que o volume da Terra.	Ignora-se.	Ignora-se.
Pouco menor que o volume da Terra.	Ignora-se.	Ignora-se.
O volume tem 45583:083.680 leguas cubicas.	O	O
49 vezes menor que o volume da Terra.	Pouco mais de 71 vezes menos pezado que a Terra.	Menos denso que a Terra como 49 he menor que 71.
Quasi 3 vezes menor que o volume da Terra.	Ignora-se.	Ignora-se.
1.479 vezes maior que o volume da Terra.	440 vezes mais pezado que a Terra.	Pouco mais de 4 vezes menos denso que a Terra.
1.030 vezes maior que o volume da Terra.	107 mais pezado que a Terra.	Pouco mais de 10 vezes menos denso que a Terra.

T A B O A

Da distancia dos Planetas primarios ao Sol.

<i>Planetas</i>	<i>Dist. media em Semidia- metros da Terra.</i>	<i>Distancia media em leguas Por- tugasas.</i>	<i>Eccentric. das orbitas das Plan. em Semidiamet. da Terra, e em leguas Portug.</i>
Sol	O	O	O
Mercurio	9.397	9 : 688.466	Semid. 1.738 Leg. 1:792.261
Venus	17.559	18 : 103.860	Semid. 124 Leg. 127.644
Terra	24.275	25 : 028.409	Semid. 408 Leg. 420.477
Marte	36.989	38 : 135.607	Semid. 3.451 Leg. 3:558.539
Jupiter	126.258	130 : 172.249	Semid. 6.136 Leg. 6:326.430
Saturno	231.576	238 : 755.242	Semid. 12.917 Leg. 13:317.616

T A B O A

Da distancia dos Satelites, ou Planetas.

<i>Lua dista da Terra</i>	<i>60 Semidiametros</i>	<i>62.153 leguas</i>
<i>Satelites de Jupiter dista do centro de Jupiter</i>	$1.^{\circ} \quad 5\frac{2}{3}$ $2.^{\circ} \quad 9$ $3.^{\circ} \quad 14\frac{2}{5}$ $4.^{\circ} \quad 25\frac{1}{3}$	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{Semidiametros de Jupiter.}$

SEGUNDA,

E da excentricidade das suas Orbitas.

<i>Distancia maior e menor em leguas Portuguezas.</i>	<i>Diferença entre a maior e menor distancia dos Planetas ao Sol em leguas Portuguezas.</i>
O	O
maior 11:480.727 menor 7:896.205	3:584.522
maior 18:231.504 menor 17:976.216	255.288
maior 25:448.886 menor 24:607.932	840.954
maior 41:694.146 menor 34:577.068	7:117.078
maior 136:498.679 menor 123:845.819	12:652.860
maior 252:072.858 menor 225:433.626	26:639.232

TERCEIRA

Secundarios aos seus Primarios.

Excentricidade		maior distanc. 65.590 leg.	diferença
Semid.	$\frac{1}{2}$	menor distanc. 58.710 leg.	6.874 leg
Leg. 3.437			
Satelites de Sa- turno distão do centro de Sa- turno	1.º	$1\frac{14}{15}$	Semidiametros do seu anel.
	2.º	$2\frac{1}{2}$	
	3.º	$3\frac{1}{2}$	
	4.º	8	
	5.º	23	

TABOA QUARTA

*Da distancia de todos os Planetas á Terra
reduzida a leguas Portuguezas.*

Plan.		Leguas Por tuguezas.
Lua	dist. da Terra na distancia media	- - - 62.143
Merc.	dist. da Terra (na cõjunção inferior na cõjunção superior	15:339.943 34:716.875
Ven.	dist. da Terra (na cõjunção inferior na cõjunção superior	6:914.549 43:132.269
Sol	dist. da Terra na distancia media	25:023.209
Mart.	dist. da Terra (na opposição cõ o Sol na cõjunção cõ o Sol	13:107.198 63:164.016
Jup.	dist. da Terra (na opposição cõ o Sol na cõjunção cõ o Sol	105:143.840 153:200.058
Sat.	dist. da Terra (na opposição cõ o Sol na cõjunção cõ o Sol	213:626.833 263:781.658

TABOA QUINTA

*Do movimento dos Satelites á roda dos
Primarios.*

Sate- lite- de Jupi- ter.	1.º 1 dia, 18 hor. 27 min. 33 seg.	Sate- lite de Sa- tur- no	1.º 1 dia, 22 hor. 18 min. 27 seg.
	2.º 3 dias, 13 h 1.13 min. 42 seg.		2.º 2 dias, 17 hor. 44 min. 22 seg.
	3.º 7 dias, 3 hor. 72 min. 33 seg.		3.º 4 dias, 12 hor. 25 min. 12 seg.
	4.º 16 dias, 16 hor. 32 min. 8 seg.		4.º 15 dias, 22 horas, 34 min. 38 seg.
			5.º 79 dias, 7 horas, 48 minutos.

T A.

TABOA SEXTA

Do movimento dos Planetas no systema Copernicano.

Plan.	Periôdo d roda do Sol.	Rotação sobre o proprio eixo.	Inclinação da órbita a respeito da Eclitica.
Sol	No systema Tico-nico se revolue á roda da Terra em 365 dias, 5 horas, 48 min. 45 seg.	$25\frac{1}{2}$ dias.	O
Merc.	87 dias, 23 horas, 14 min. 25 segundos.	Não consta.	6 grãos, 59 minutos e 20 segundos.
Ven.	224 dias, 16 horas, 41 minutos e 32 segundos.	24 dias, 8 horas.	3 grãos, 23 minutos, 20 segundos
Ter.	365 dias, 5 horas, 48 minutos, 45 segundos.	23 horas, 56 minut. 4 seg.	O
Mart.	686 dias. 22 horas, 18 minutos, 27 segundos.	24 horas, 40 minutos.	1 grão, 52 minutos.
Jup.	4.330 dias, 8 horas, 53 min. 27 segundos, isto he quasi 12 annos.	9 horas, 56 minutos.	1 grão, 19 minutos, 10 segundos.
Sat.	10.749 dias, 7 horas, 21 min. 50 seg. isto he quasi 30 an.	Não consta.	2 grãos, 30 minutos, 20 segundos.
Lua.	mova-se á roda da Terra em 27 dias, 7 horas, 43 min. 5 seg. De huma Lua nova até á outra gatta 29 dias, 12 horas.	27 dias, 7 horas, 43 minutos, 5 segundos.	4 grãos $58\frac{1}{2}$ min. nas Luas cheias e nov. mas 5 grãos $17\frac{1}{2}$ min. nos quart. da Lua

TARDE XXXIV.

Dos effeitos que nascem da figura e situação do Globo da Terra a respeito dos Astros.

§. I.

Da figura e divisão do Globo da Terra , e da Longitude e Latitude das Cidades , e tambem das Estrellas.

Theod.

Como se vão acabando os gostosos dias , em que posso gozar da vossa companhia , para que fique completa (quanto o permitem as circumstancias) esta instrucção que vos dou , preciso he ir resumindo o que nos resta. Hoje fallaremos dos effeitos que nascem da figura , e situação do Globo da Terra a respeito dos Astros ; e será com mais miudeza , do que quando o consideramos como Planeta no systema dos Copernicanos. A Terra sensivelmente he globosa. Alguns antigos cuidavão que era hum plano circular , que nas extremidades se juntava com os Ceos , á maneira que o vidro de hum relógio de algibeira se ajunta com o espelho ou mostrador ; mas depois que as Navegações mostrarão que se po-

podia rodear o Globo da Terra , ninguém duvidou da sua figura globosa , e que havia antipodas ; isto he homens , cujos pés ficavão voltados contra os pés dos outros na outra parte do globo.

Silv. Algum dia era isso para mim hum mysterio inexplicavel , cuidando que os que ficavão da outra parte cahirião pelos ares ; porém já hoje conheço que a força da gravidade faz que todos propendamos para o centro da Terra ; e sendo a Terra em redondo habitada por homens , o pezo de cada hum o faz carregar na superficie della para o centro ; e assim este pezo não pôde nunca fazer que se affastem delle para o ar : por quanto isso que nós chamamos cahir pelos ares abaixo , lá da outra parte do mundo seria verdadeiramente subir pelo ar affima ; pois a respeito desses homens lhes fica para baixo a Terra , em que tem os pés , e por cima o ar ; assim como nos succede a nós.

Theod. Discorreis muito bem : supposto pois ser a Terra da figura de huma bola , convem ir tocando ligeiramente as consequencias desta figura , as quaes ao mesmo tempo são confirmações innegaveis de que a Terra he globosa. Segue-se primeiramente que , estando nós na borda do mar largo , quando os navios se vão alongando muito , tambem se hão de ir escondendo para baixo , de sorte , que só veremos as véllas , as quaes pouco a pouco tambem se irão

irão fumindo ; mas os que estão no mais alto das torres , ainda os descobrirão quando das praias já se não puderem ver. Tudo isto succede assim , e procede da convexidade da Terra , a qual se faz mui sensível na agua do mar ; porque ainda que a agua dos tanques tenha a superficie ao nivel , e por huma linha recta ; isto só he sensivelmente : porém no mar , sendo a sua extensão tal , que rodeia toda a Terra , a sua superficie deve ser tambem esferica. E a mesma natureza dos fluidos pede isto ; porque os liquidos devem ter as columnas de igual altura entre si para se equilibrarem ; e como a altura se mede desde o centro da Terra , devem as linhas , que sahem deste ponto até á superficie do mar , ter a mesma altura : o que não pôde ser , sem que a sua superficie vá voltando como em circulo. Isto posto , havendo distancia grande entre nós e os navios que estamos observando , a linha da vista , que sempre he recta , toca na superficie da agua , que faz convexidade ou lombro para cima , e nos impede ver ora o casco , ora as vélas , conforme o navio se vai alongando.

Eug. Já isso passou por mim , quando vinha da America ; porque á sahida do porto via a praia , depois a fui perdendo de vista , e só via os campanarios das torres , até que perdemos de todo a vista de Terra ; mas pelo contrario me succedeo quan-
do

do avistámos Terra : primeiramente a vio o Gageiro , que vinha lá no cesto da Gavia , depois tambem nós no convés da não ; porém só viamos a ferra de Cintra , depois o zimborio de S. Vicente , até que fomos vendo com incrivel alegria a Cidade toda.

Theod. A razão de tudo isso he a convexidade da superficie do mar ; porque a linha da vista , que desde o navio vai roçando pela superficie da agua , apenas alcança as partes mais altas , ficando-lhe as inferiores escondidas com a agua ; quando porém o navio se vai chegando , e he menor a distancia , já pôde a vista descobrir por linha recta de huma parte á outra , sem topar na agua.

Eug. Tambem nos succedia , que á proporção que hiamos caminhando para o Sul , se nos hia abaixando a Estrella do Norte , e sumindo para baixo ; até que finalmente perto da *Linha* a perdemos de vista : mas tambem fomos vendo Estrellas que nunca tinhamos visto ; porque as da parte do Sul cada vez nos apparecião mais altas.

Theod. Eis-ahi outra prova da figura globosa do mundo , considerado de Norte a Sul : de forte , que em quanto caminhaveis de Nascente a Poente , hião-se sumindo para baixo os portos que deixaveis , e tambem pouco a pouco surgindo para cima os portos que ieis demandando ; e isso prova que o mar he convexo de Nascente a Poente :

te : e o que agora me dizeis das Estrellas , prova que tambem o he de Norte a Sul ; e a razão he a mesma , que das grimpas das torres. Se vós fosseis navegando até o pólo do Sul , as Estrellas do Ceo desse pólo vos ficião sobre a cabeça ; e pelo contrario vos ficaria bem debaixo dos pés a nossa Estrella do Norte. O contrario vos havia de succeder voltando para o pólo do Norte.

Eug. Assim he.

Theod. Aqui tendes já explicado o que quer dizer *Altura do Pólo* ; porque como a Terra he redonda , caminhando v. g. de Lisboa para Galiza , que nos fica ao Norte , cada vez vamos tendo maior *altura do Pólo* , isto he , cada vez nos fica o pólo do Norte mais alto a respeito de nós : tanto assim , que , se fossemos sempre andando por essa linha adiante , algum dia teriamos a prumo sobre a cabeça essa Estrella. Pelo contrario , vindo do Norte para Lisboa , cada vez se havia de ir abaixando a Estrella do Norte. Agora já ficais entendendo o porque se diz , que Lisboa tem 38 grãos de altura do Norte , e 43 minutos ; o Porto 41 , e 10 minutos , &c.

Eug. Já percebo : mas esses grãos que dizeis , chamavão os Pilotos da minha embarcação grãos de *Latitude* : explicai-me isto o que quer dizer.

Theod. O Globo da Terra dividem os Geógrafos com varios circulos , semelhantes e pro-

proporcionados aos que descrevem os Astronomos no Ceo. Chegai comigo a este globo terrestre (*Estamp. 4. fig. 8.*). Também na Terra designão dous pólos, o do Norte N, e o do Sul S, que correspondem e ficão a prumo debaixo dos pontos immoveis do Ceo, a que chamão pólos: junto de cada hum destes pólos, com distancia de 23 grãos e meio, assinao hum circulo Polar *p p*, e entre estes dous circulos Polares descrevem outros tres, paralelos todos entre si. O do meio *E E*, e que igualmente dista de hum e outro pólo, chama-se *Equador*, ou *Linha*; os dous *T T*, que dos lados acompanhão a *Linha* em distancia de 23 grãos e meio, chamão Tropicos; e já vedes que estes circulos, assim como tem os mesmos nomes dos circulos do Ceo, também lhes correspondem a elles, pois guardão entre si a mesma distancia. Estes circulos fórmão cinco zonas ou cintas na superficie da Terra. A que fica entre os dous Tropicos e comprehende 47 grãos, chamão-lhe *Zona Torrida*; porque como o Sol sempre anda lá por cima, correspondente a esta Zona, julgavão algum dia que pelo nimio calor seria abrazada e inhabitavel; porém vós, Eugenio, vistes por experiencia propria que comprehende os mais deliciosos climas. Os dous circulos polares dentro do seu circuito comprehendem dous terrenos, que se chamão *Zonas frigidass*; e o espaço,

Est. 4.
fig. 8.

que

que resta entre cada hum dos Tropicos e o circulo polar proximo , que importa em 43 grãos , chamão-lhe *Zona temperada*. Além disso , tambem se descrevem varios Meridianos na Terra semelhantes aos do Ceo ; e chamão assim a todo o circulo , que passa de pólo a pólo por cima deste , ou daquelle lugar determinado : v. g. o circulo , que comprehende a Terra , e passa do Norte a Sul por cima de Lisboa , he o Meridiano de Lisboa ; como o circulo que do Norte a Sul passa por Paris , he o Meridiano de Paris ; e assim das mais terras.

Eug. Visto isso , cada Terra tem o seu Meridiano particular.

Theod. Assim he , fallando daquellas , que fiação humas mais ao Nascente do que outras ; porque as que distão entre si somente de Norte a Sul , tem o mesmo Meridiano , pois passa por cima de ambas.

Eug. Percebo.

Theod. Supposto isto , creio que vos lembrais do que já disse ; que todo o circulo se dividia em 360 partes , a que chamão grãos ; e assim hum meio circulo tem 180 , e hum quarto tem 90. D'aqui segue-se que do Equador ou *Linha E E* , até qualquer dos pólos N S , vão só 90 grãos ; e que toda a *Linha* em redondo tem 360. Agora já podeis saber que cousa he *Longitude* , e *Latitude* de qualquer Cidade ou Villa. Inventarão os Geógrafos este modo de saber que lugar occupava na superficie da

Ter-

Terra esta ou aquella Cidade : e determinarão hum circulo , que passa de Norte a Sul , por cima da Ilha do *Ferro* , que he hum das *Canarias* , para ser o primeiro Meridiano. Isto he o Meridiano certo , do qual se principia a contar a *Longitude* das terras. Aqui o tendes ; porém esta *Longitude* só se conta no Equador.

Eug. E quando a Cidade , de que tratamos , não estiver no Equador , mas para as ilhas , como posso eu saber a *Longitude*?

Theod. Nos Mappas , em que estão pintados os lugares das terras , tambem estão designadas varias linhas , que vem de pólo a pólo , e atravessão o Equador : aqui se vem. Estas linhas são outros tantos Meridianos : vede vós qual destas linhas passa mais perto de Lisboa , e ide ver o lugar ou grão do Equador , onde ella o corta , achareis que he no grão 10 , e ficais sabendo qual he a *Longitude* de Lisboa , descontando aquelles grãos que valem a distancia , que Lisboa tinha desse circulo , de que vos valestes.

Eug. E vendo eu o lugar , em que essa linha ou Meridiano corta o Equador , como posso saber que grão de Equador he esse?

Theod. No Mappa está escrito o número delles de 10 em 10 , e estão entre si todos distinctos , como vedes ; mas no caso que o não estivessem , haviéis de ir buscar a Ilha do *Ferro* ; e o primeiro Meridiano ,
Tom. VI. Y que

que passa por ella , e começando a contar desde o ponto em que elle corta o Equador , caminhando com a conta para o Nascente , ou para a parte de Hespanha , achareis o número dos grãos do Equador em qualquer lugar que o cortem.

Eug. Já sei buscar a *Longitude* ; mas não sei ainda conhecer a *Latitude*.

Theod. Achando qualquer terra no Mappa , ou Globo Terrestre , haveis tambem de achar varios circulos paralelos ao Equador , que vão cortar o primeiro Meridiano : tomai o circulo mais chegado a essa terra , de que fallais ; e seguindo-o para o Poente , ireis ver que grão corta no primeiro Meridiano ; e essa he a *Latitude* buscada. Advirto que haveis de acrescentar , ou descontar o que distava da Terra esse circulo vizinho , de que vos valestes. Disto se infere que nunca haveis de ouvir dizer que alguma terra tem mais de 90 grãos de *Latitude* ; porque como do Equador até o pólo vai hum quarto de circulo , em contando 90 grãos , estamos debaixo do pólo ; porém de *Longitude* podemos contar até 360 grãos , porque se contão em hum circulo inteiro e continuado. A *Latitude* humas vezes he para o Sul , outras para o Norte ; porém a *Longitude* sempre he huma.

Eug. Já entendo.

Theod. De passagem vos direi a *Longitude* , e *Latitude* das Estrellas ; pois o não disse em seu lugar , porque aqui melhor o enten-

tendereis. Já vos disse que no Ceo se designava hum circulo , que chamão Eclitica , e he o caminho do Sol. A respeito dette circulo tambem se designão dous pólos , diversos dos pólos do mundo , e distão delles 23 grãos e meio. Estes pólos se chamão pólos da Eclitica ; e são dous pontos do Ceo , que distão igualmente de todos os pontos da Eclitica em redondo , assim como os pólos do Norte e Sul distão igualmente de todos os pontos do Equador Celeste. Ora nesta Eclitica he que se mede a *Longitude* de qualquer Estrella , assim como no Equador se medem as *Longitudes* das terras ; e a *Latitude* mede-se nos circulos ou linhas , que tiramos por fima dessa Estrella desde a Eclitica ao pólo della ; assim como na Terra medimos as *Latitudes* nas linhas , que vão por fima das Cidades até o pólo do Norte ou Sul.

Eug. Já percebo : he o mesmo que na Terra , com a differença , que lá nas Estrellas se attende á Eclitica e seus pólos ; e cá na Terra attendemos ao Equador. Proségui.

Theod. Esquecia-me dizer-vos que na Eclitica se começam a numerar os grãos desde o primeiro ponto de *Aries* , isto he , do ponto em que a Eclitica corta o Equador subindo para o Norte. E deste modo podeis buscar no Mappa do Ceo qualquer Estrella , sabendo a sua *Longitude* e *Latitude* , assim como succede no Mappa Terrestre com as Cidades e Villas , que por este

modo achamos. Vamos agora a determinar mais individualmente a figura do Globo da Terra.

Silv. Já vós dissestes que ella era hum pouco abatida nos pólos (1).

Theod. Chamão-lhe a essa figura *Esferoide*: e agora pouco tenho que accrescentar ; sô farei por dar mais luz ao que então disse. He verdade que muitos Astronomos , como os dous Cassinos , Maraldi , Bruneto , e outros seguirão que a Terra era da figura de hum ovo. Porém Hugens , e Newton , e , quanto a mim , todos os Astronomos que presentemente ha , seguem que he mais abatida nos pólos , e semelhante a huma laranja. Tres fundamentos allegão para isso : o primeiro he levado meramente pelo calculo , assentando que a Terra se move , como vos expliquei (2). Os corpos á proporção que se chegam para o Equador , diminuem do pezo , e por isso deve ser ahi mais alto o mar , e por conseguinte tambem a superficie da Terra , que sempre lhe fica em partes superior. Conforme a este calculo deve ser o diametro da Terra no Equador maior , que o diametro nos pólos , na proporção de 230 a 229. O segundo argumento he tirado das observações que , como já vos disse , forão fazer os Academicos Francezes com alguns Hespanhoes , tanto ao Perú , como á Lapo-

(1) Tarde XXXII. §. VI.

(2) Tarde XXXII. §. VI.

ponia ; e medindo exactissimamente os grãos dos Meridianos , e conferindo-os com as medidas do Meridiano em París , conhecêrão que os grãos quanto mais perto estavam do Equador , mais pequenos erão ; de forte , que calculando sobre a sua experiencia , sahe o grão chegado ao pólo tanto maior , que o do Equador , como 60 he maior que 59 (1) : e como sabendo a desigualdade de cada grão se conhece geometricamente a curvatura da linha , e quanto differe do circulo em que sempre he igual , facilmente se conhece que a figura da Terra he como a da laranja. Vós bem vedes que a superficie de hum ovo he mais curva para as extremidades ou pólos , do que no meio ; pelo contrario a laranja he mais chata e menos curva nos pólos , que no meio : ora como hum grão do circulo he huma parte da sua curvatura ; quando huma linha he mais curva que outra , mais depressa chega a ter hum grão de curvatura : e assim menos comprimento de linha basta para haver hum grão. Deste modo succede na Terra. Junto aos pólos como a sua superficie he mais chata , para achar curvatura que faça hum grão , he preciso tomar grande porção de superficie ; e comprehendendo o grão 357.996 pés (2) ; mas junto ao Equador , como a superficie da Terra ahi volta mais depressa , e não he tão plana ,

(1) Graves. *Phys. Elem. Mat.* n. 4332.

(2) Graves. *num.* 4330.

na, para ter hum grão de curvatura, bástia menos, e assim o grão do Equador tem só 352.008, desprezando em ambas as partes huns pequenos quebrados. Este argumento tira todas as dúvidas, porque he demonstrativo. Suppostas estas medidas, sabe pelo calculo o diametro do Equador maior, que o dos pólos, na razão de 178 a 177. Vamos ao terceiro argumento, que tambem he mui forte, e já o toquei os dias passados, e he tirado do diverso movimento dos pendulos. Observou-se que o mesmo pendulo em Paris fazia as vibrações muito mais de vagar, que na Laponia; e tanto tempo gastavão em Paris 86.158 vibrações, como na Laponia 86.217 (tambem desprezo alguns pequenos quebrados), mas são 59 vibrações de mais, quasi em 24 horas. Do mesmo modo se achou que junto ao Equador ainda os pendulos andavão mais de vagar, que em Paris. Donde se conheceo que a gravidade desses pezos diminuia á proporção que se chegavão para o Equador. Alguns attribuirão isto ao calor dessas regiões, dizendo que fazia estender as varas dos pendulos, o que certamente faria as vibrações mais vagarosas; porém pelo que já vos disse se conhece que essa resposta he frivola; por quanto o calor dessas regiões, como vós sabeis, he moderado; e em Quito no tempo, em que gelava, era preciso encurtar a vara do pendulo 20 vezes mais, do que a podia es-

estender hum calor intensissimo , para concordarem as vibrações com as que se faziao em París : e não he crível que , gelando , houvesse em Quito muito calor : por onde se infere que não podia a dilatação dos pendulos ser a causa de se retardarem as suas vibrações , mas sómente o diminuir-se ahi a gravidade ou pezo de cada particula , cahindo por isso os graves com menor velocidade.

Silv. Facilmente se pôde conhecer se esse effeito procede da diminuição da gravidade , pondo outro pendulo em París v. g. de pezo algum tanto menor , e vendo se faz as vibrações tão vagarosas como esse na America.

Theod. Já disse que não pôde ser isso assim ; porque haveis de saber que , tendo os pendulos o mesmo comprimento de vara , fazem as vibrações no mesmo tempo , seja qual for o seu pezo : isto he certo. E a razão já vós a sabeis , porém não a applicais. Eu já vos disse (1) que dous pezos mui diversos , largando-os pelo vacuo , cahião a hum tempo ; e que quando cahem pelo ar , só ha a differença na velocidade que lhes causa a resistencia do ar. Ora como os pendulos fazem as suas vibrações cahindo e subindo , importa pouco que tenham mais ou menos materia , em ordem a gastarem mais ou menos tempo no cair e subir. E assim , se nós quizermos fazer
que

(1) Tom. I. Tarde I. §. VIII.

que hum pendulo tendo a vara tão comprida como o outro (porque só isto he que governa as vibrações , como se demonstra na Mecanica) se quizermos que faça as vibrações mais vagarosas , não basta diminuir a materia do pezo , porque huma só particula de materia de huma pluma cahiria com tanta velocidade como cem arrobas de chumbo (prescindido da resistencia do ar) : he logo preciso para retardar estas vibrações que cada particula de materia seja attrahida ou impellida para a Terra com menos força , e caia com menos velocidade ; e isto só se consegue pondo o tal pendulo mais perto do Equador ; porque ahi em cada particula de materia he menor a gravidade.

Silv Já entendo : mas que tem isso com a figura da Terra?

Theod. Eu o digo. No systema Newtoniano a gravidade mutua e geral , que se conhece em tudo o que tem materia , ou seja Terrestre ou Celeste , se observa que diminue na razão inversa do quadrado da distancia desse corpo até ao centro da attracção (proceda a gravidade do que proceder) : isto he huma lei constantemente observada em Ceos e Terra : logo para ser menor a força , com que no Equador os pendulos pezão ou são attrahidos para a Terra , he preciso que ahi distem mais do centro. Por isso deste argumento dos pendulos se colhe que a Terra no Equador he mais levantada.

Silv.

Silv. E o calculo fundado no movimento dos pendulos concorda com os outros que distes?

Theod. Concorda na substancia, mas com alguma differença. Pelo calculo de Newton, fundado sobre o movimento da Terra, deve ser mais alta no Equador 4 leguas e meia das nossas; pela medição dos Academicos deve ser mais levantada quasi 6 leguas das nossas. O calculo dos pendulos mais se accommoda ao de Newton, posto que não concorda de todo. Porém se Newton o fôrma só sobre o movimento da Terra, como além da força centrífuga no Equador, ha a maior distancia do centro, e menor attracção da Gravidade, devem subir as aguas ainda muito mais das 4 leguas e meia, que subirão, senão houvesse diminuição na gravidade por causa da maior distancia do centro. O insigne Bento de Moura Portugal, homem de grande engenho, conjecturou que a maior elevação do Globo Terraqueo não será no Equador, mas alguns grãos distante d'elle. O seu fundamento he; porque a força centrífuga faz fugir a agua do eixo para fóra por linhas perpendiculares ao eixo; e no Equador a força da gravidade obra por esta mesma linha; mas nos lados a força da gravidade, como só puxa para o centro, não obra por linhas perpendiculares ao eixo; donde se segue que a força centrífuga acha maior contrariedade no Equador,

dor, que na Latitudo de alguns grãos; porque acha huma força, que obra pela mesma linha em contrario; e talvez que d'aqui proceda que nas vizinhanças da linha não he perfeitamente constante nas experiencias dos pendulos o atrazarem-se á proporção de se aproximarem á Linha. Mas o tempo mostrará se esta conjectura he solida. Sempre concluimos que he esta a figura da Terra, a qual nem por isso deixa de ser sensivelmente globosa; porque seis leguas de maior altura no Equador he couza mui pequena e insensivel a respeito do Diametro medio da Terra, que tem 2.062 leguas Portuguezas. Advirto que eu, seguindo a Arte de Navegar do nosso Cosmografo Mór, dou a cada grão do circulo maximo 18 leguas (os Espanhoes tem leguas hum pouco maiores, e dão ao grão 17 leguas e meia): e por estas contas vem a ter o circulo Maximo 6.480 leguas Portuguezas. Agora se quereis saber quantas leguas quadradas contém a superficie da Terra, haveis de multiplicar o seu circulo maximo por todo o diametro, e sahem 13:361.760. E para dizer tudo de huma vez, tem toda a terra de volume (4;591:991.520) quatro mil, quinhentos e noventa e hum contos, novecentas e noventa e huma mil, quinhentas e vinte leguas cubicas. Tambem advirto que nas Taboas do Padre Eusebio da Veiga ha grande equivocação no que toca á grandeza da

Ter.

Terra. Talvez os Impressores trocarião as letras de conta, o que he mui facil.

Eug. Quem tem uso de contas he que sabe quão facil he o haver nellas grande equivocação; ainda fazendo-as com cuidado, quanto mais passando por mãos alheias, como succede nas impressões.

§. II.

Das horas, dia, e Anno, Verão, e Inverno.

Theod. **S**Egue-se agora explicar os admiraveis effeitos, que nascem da figura globosa da Terra; e alguns outros, que tem com elles parentesco, posto que procedão de causa diversa. Primeiramente quero explicar os Dias, Annos e Estações do anno. O Dia humas vezes se toma pelo espaço de vinte e quatro horas, e então se chama *Dia Natural*; e neste sentido dizemos que o mez consta de 30 dias continuados, começando hum no mesmo ponto da meia noite, onde acaba o precedente. Outras vezes o *Dia* só significa o espaço, em que gozamos da luz do Sol; e neste sentido exclue a noite, e se chama *Dia artificial*. O Dia natural, que consta de vinte e quatro horas, he o espaço, que gasta o Sol em girar á roda de nós, formando hum circulo inteiro: de sorte, que contamos

mos meio dia da quinta feira v. g. quando o Sol está no Meridiano que passa pela nossa cabeça ; e quando tornar a passar por cima de nós , tocando neste mesmo Meridiano , tem passado 24 horas , ou hum dia completo , que se fórma da tarde da quinta , e da manhã da sexta feira. Porém haveis de notar que o dia das Estrellas he mais pequeno , que o dia do Sol. Eu me explico. O intervallo de tempo , que gasta o Sol em dar huma volta desde que largou o nosso Meridiano até tornar a tocar nelle , chamamos o dia do Sol ; porém o espaço , que gasta qualquer Estrella fixa , depois que passou pelo nosso Meridiano , até tornar a tocar nelle , chamamos o *dia das Estrellas*.

Eug. Percebo ; mas porque dizeis que esse dia he menor , que o do Sol ?

Theod. Supponhamos que o Sol hoje , quando passou pelo nosso Meridiano , estava junto d'uma Estrella ; se o Sol senão movesse com o seu movimento proprio para o Oriente , quando á manhã chegasse a passar por cima de nós essa Estrella , viria tambem o Sol ; mas como entretanto o Sol tinha andado para trás , isto he para o Nascente , depois de chegar a Estrella ao Meridiano , ainda he preciso esperar algum tempo , até que o Sol chegue. Quando o Sol andou mais , espera-se mais tempo para chegar ao Meridiano ; e quando andou menos , menos tempo se espera por elle , depois de che-

chegar a Estrella. Mas huns dias por outros tarda o Sol em chegar ao Meridiano , depois de ter chegado a Estrella , 3 minutos e 56 segundos ; porém na realidade , huns dias tarda mais , e outros menos.

Silv. E porque não tarda o Sol sempre o mesmo tempo ?

Theod. Vós ambos já me ouvistes dizer que os Planetas não andavão nas suas orbitas sempre a passo igual ; que humas vezes se apressavão , outras se atrazavão (1). Ora o Sol segue esta mesma regra (os Copernicanos dizem ser este movimento apparente no Sol , mas verdadeiro na Terra , e nesse systema a Terra tambem , como os outros Planetas , ora se apressa , ora se atraza). D'aquí se segue que nem em todos os dias ha de ser igual o espaço que anda o Sol com o seu movimento proprio ; e assim nem sempre ha de ser o mesmo intervallo de tempo , que vai desde que chega a Estrella ao Meridiano até que chegue o Sol. Por isso os dias verdadeiramente não são iguaes ; e como cada dia se reparte em 24 horas , tambem estas não ficão iguaes : eis-aqui porque os relógios não podem acompanhar o Sol ; e he preciso ora atrazallos , ora adiantallos ; pois o seu movimento , sempre constante , não póde concordar com o do Sol , que varia.

Eug.

Eug. Até aqui attribuia isso á imperfeição dos relógios ; mas agora vejo que he indispensavel essa diligencia para os trazer certos com o Sol.

Theod. Vamos a explicar o *Dia artificial*, isto he , o dia que se oppõe á *Noite*. Começa o dia com hum crepusculo , e acaba com outro. Chamamos crepusculo áquella luz , que pouco a pouco cresce até apparecer o Sol , e que pouco a pouco diminue depois d'elle deapparecer. Este crepusculo , como tambem o espaço que gozamos do Sol , sabem todos que he desigual , conforme os tempos do anno , e conforme os lugares da Terra. Eu vos explico isto como mais facilmente puder. Nós sabemos que o Sol gira em 24 horas á roda de nós ; em quanto anda do Horizonte para cima , he dia ; em quanto anda debaixo do Horizonte he noite. Se nós estivessemos na Linha , ou Equador , todos os dias do anno seriam iguaes ás noites. Eu debuxo aqui hum figura (*Estamp. 4. fig. 6.*). Aqui tendes humma semelhança da Esfera : N S são os dous Pólos ; e a linha , que vai de humma letra á outra , significa o eixo do mundo , ou a linha que se considera de Norte a Sul , sobre a qual se revolvem os Ceos em 24 horas (logo vos explicarei isto no systema Copernicano) . E E significa o Equador , T T o Tropico de *Cancro* , que he o do Verão , e C C o Tropico de *Capricornio* , que he o do Inverno. Supposto isto ,
fe

Est. 4.
fig. 6.

se nós estivessemos na Linha, ficava-nos o Equador Celeste sobre a cabeça ; e por conseguinte o Horizonte *o o* (ou o circulo que corre por todas as extremidades do Ceo que os olhos podem ver) apanharia ambos os Pólos N S. Neste caso ponde vós o Sol em qualquer ponto do Ceo, ou seja T, ou C, ou E ; como elle se revolve em 24 horas sobre o eixo N S, tanto tempo gasta em andar o espaço do circulo que está do Horizonte para cima, como do Horizonte para baixo ; por quanto o Horizonte parte esses circulos todos em duas metades iguaes. Logo tanto tempo ha de o Sol andar do nosso Horizonte para cima, e será dia, como do Horizonte para baixo, e será noite.

Eug. Com effeito vindo eu da America vinte dias que estivemos parados na Linha por causa de huma terrivel calmaria, observei eu que sempre o Sol nascia ás 6 horas da manhã, e se punha ás 6 da tarde ; e isto era no mez do S. João ; e quando fui para lá, que era em Novembro, tambem nos demorámos 5 dias na Linha, e me aconteceu o mesmo.

Sily. Pois ahi não ha inverno, nem verão !

Theod. Nas terras, que ficão na Linha, ou perto della, sempre os dias são iguaes ás noites ; mas attendendo ao calor, e ao frio, ha dous verões cada anno, e dous invernos. Reparai na figura : o Sol cada dia anda hum grão pela *Eclitica*, que aqui se pinta
com

com este circulo de pontinhos T C ; mas sempre vai girando com os Ceos á roda da Terra em 24 horas : em quanto anda perto dos Tropicos , ha menos calor na Linha , e pôde chamar-se inverno ; porém quando anda perto do circulo E E , passa por cima da cabeça dos que ahí vivem , e os seus raios cahindo perpendiculares sobre a Terra , fazem grande calma ; e como o Sol dentro de hum anno corre toda a Eclitica , duas vezes passa pelo circulo E E , huma para lá , outra para cá , e faz dous verões ; e chega huma vez a C , outra a T , e faz dous invernos. Vamos agora a explicar a esfera obliqua.

Eug. Que quer dizer *esfera obliqua* ?

Theod. Quando o Horizonte coincide com o eixo do mundo , que vai de pólo a pólo , chama-se *esfera recta* ; e quando o eixo , que se considera de hum pólo ao outro , corta obliquamente o Horizonte , chama-se *esfera obliqua*. Aqui a debuxo com o lapis (*Estamp. 4. fig. 7.*) e ponho os mesmos circulos , e as mesmas letras.

Est. 4.
fig. 7.

Eug. Pelo que me dizeis nós estamos em *esfera obliqua*.

Theod. Sim , porque o pólo do Norte se levanta do Horizonte 38 grãos ; e outros tantos se abaixa o do Sul.

Eug. E se estivéssemos lá no Porto v. g. ou em Galiza , ainda o Norte nos ficaria mais alto ; porque , como já dissestes , a altura do pólo sobre o Horizonte he igual
á

á latitude dessa terra : e assim quanto mais formos caminhando para o Norte , maior *Latitude* temos , e maior altura de pólo.

Theod. Assim he.

Sily. D'ahi infere-se que os Horizontes das terras são diversos ; e cada terra tem seu Horizonte.

Theod. Inferis bem ; porque como a Terra he redonda , se d'aqui caminharmos para qualquer parte , havemos de descobrir parte do Ceo que não viamos , e tambem se nos ha de occultar alguma parte do que viamos ; e como o Horizonte he o circulo , que passa em redondo por todas as extremidades do Ceo que nos fica visivel , segue-se que , mudando de Terra , mudamos tambem de Horizonte. Isto supposto , vamos a explicar a desigualdade dos dias a respeito das noites. Os circulos , que o Sol faz cada dia , não cortão perpendicularmente o nosso Horizonte ; porque como gira á roda do eixo que passa de Norte a Sul , estando este eixo inclinado a respeito do Horizonte , não podem os giros quotidianos do Sol cortar perpendicularmente o Horizonte : e assim o giro de hum dia tem com pouca differença a mesma inclinação que tem os Tropicos , ou o Equador ; porque quando o Sol está no Tropico , pouco se affasta delle no espaço de hum dia. Supponhamos agora que he chegado o S. João ; estará o Sol em T , que he o Tropico de *Cancro* , nesse dia quasi que se não affasta o

Tom. VI. Z seu

seu giro do Tropico. Vedes que he muito maior a parte desse circulo , que fica do Horizonte para cima , do que a que fica do Horizonte para baixo?

Eug. Não ha cousa mais clara.

Theod. Eis-ahi porque pelo verão temos os dias maiores que as noites. Pelo contrario de inverno são maiores as noites que os dias ; porque (como vedes) o circulo do Tropico de *Capricornio* , que he este C C , por onde o Sol anda pelo Natal , tem muito maior porção debaixo do Horizonte , do que por cima. Porém quando o Sol se chega perto do Equador , que he no fim de Março e de Setembro , são os dias iguaes ás noites ; porque (como estais vendo) o Equador sempre tem metade de baixo do Horizonte , e metade de cima ; e de qualquer fôrma que imagineis o Horizonte , como sempre ha de passar sensivelmente pelo centro da Terra , sempre ha de cortar o Equador em duas partes iguaes. Por isso quando o Sol chega a este circulo , em toda a parte do mundo , em que houver dia e noite , serão iguaes as noites aos dias.

Eug. Em toda a parte , onde houver dia e noite ! este modo de fallar suppõe que n'alguma parte não ha dia ou noite.

Theod. Assim he ; porque nas regiões junto aos pólos do mundo , em cada anno ha hum só dia , e hum noite só. Olhai, Eugenio , o Sol nunca se affasta do Equador mais do que distão os Tropicos , que são

23 grãos e meio; os habitantes dos pólos como tem o pólo sobre a cabeça, fica-lhes o Equador servindo de Horizonte: logo desde que o Sol passa do Equador para o Tropico do Norte, os habitantes desse pólo vem o Sol levantado do seu Horizonte, e que vai andando em redondo; mas sempre subindo, até se levantar sobre o Horizonte (que ali he o mesmo que o Equador) 23 grãos e meio: tanto que chega a essa altura, que he a do Tropico, continúa em girar á roda, porém já desendo para baixo, até se sumir debaixo do Horizonte, que he a 23 de Setembro, quando passa do Equador para o Sul; e então começa a apparecer aos habitantes do pólo contrario, ficando entretanto noite para os do pólo do Norte.

Eug. Visto isso, tem esses habitantes 6 mezes de dia, e seis de noite.

Theod. Sim; mas como em quanto o Sol anda 18 grãos debaixo do Horizonte, ha crepusculo, vem a ficar o dia maior que de seis mezes; porque alguns mezes antes do Sol chegar ao seu Horizonte, e alguns depois de se esconder debaixo d'elle, dura a luz do crepusculo. Ora isto que tenho dito se entende dos que ficão bem debaixo dos pólos (se acaso são habitadas essas regiões); mas dos que ficão entre nós, e os pólos se diz o mesmo á proporção, sendo maiores os dias no ver-o á proporção que elles estiverem mais vizinhos ao pólo;

e tambem pelo contrario mais pequenos os de inverno. Do que fica dito se tira a doutrina para todas , e quaesquer regiões do mundo.

Eug. Em sabendo a latitude ou distancia , que qualquer terra tem da *Linha* , já me posso governar.

Theod. Agora já sabeis em que consiste o Verão , e o Inverno , a Primavera , e o Outono. Em quanto o Sol com o seu movimento proprio vai do Equador até o Tropico do Norte , que chamão de *Cancro* (porque ahi está a constellação *Cancer*) dizemos que he a Primavera : começa a 20 de Março pouco mais ou menos , e acaba em 21 de Junho. Quando o Sol está no Equador faz o *Equinoccio* , como me parece que já vos disse ; e quando chega ao Tropico , faz o *Solsticio*. Chama-se *Solsticio* ou parada do Sol ; porque como nesse dia o Sol não se chega mais para o pólo , nem sensivelmente se affasta d'elle , parece que pára. O Equinoccio he no primeiro grão de *Aries* ; e o Solsticio no primeiro de *Cancro* : ahi começa o Verão , que dura até 22 de Setembro com pouca differença ; e ahi se fórma o segundo Equinoccio , que chamão do Outono , porque ahi começa essa estação do anno ; e nesse dia toca o Sol no Equador no primeiro ponto de *Scorpião* , e dura o Outono até 21 de Dezembro , que he o Solsticio de Inverno ; e chega então o Sol ao Tropico do Sul

Sul ou de *Capricornio*. Já vos disse a razão, por que contando os dias, e horas que vão do Equinoccio da Primavera ao do Outono, se achão mais nove dias, do que entre o do Outono, e o seguinte da futura Primavera (1).

Eug. Difestes que de inverno era menor a distancia entre o Sol e a Terra; e que pela regra geral dos Planetas se movia mais depressa, para fazer areas iguaes em tempos iguaes.

Theod. Isso he: agora quero explicar-vos alguns Paradoxos admiraveis, que se demonstrão pelo que fica dito.

§. III.

De alguns Paradoxos admiraveis ácerca dos dias, e horas.

Silv. E Que Paradoxos são esses?

Theod. Eu os vou dizendo. O primeiro he: *Em qualquer hora são todas as horas.* Agora são 7 horas da tarde aqui onde estamos, como testifica o relógio que temos defronte: pois sabeis que agora mesmo são 8 da tarde, meia noite, meio dia, 3 da manhã, &c.

Eug. Isso será em relógios que andem doudos.

Theod. Não: fallo só dos relógios que andem

(1) Tarde XXXIII. §. IV.

dem certos , e pelo Sol. Olhai : o Sol he que faz as horas com o seu movimento ; quando está a prumo sobre nós , he meio dia aqui ; e quando estiver a prumo sobre Paris v. g. he meio dia lá ; porém como nós estamos mui longe de Paris , e temos differente longitude , quando o Sol estiver a prumo sobre nós , não pôde estar a prumo sobre Paris ; e deste modo quando for meio dia n'uma parte , não pôde ser meio dia n'outra. E como o Sol vem com o seu movimento diurno de Oriente para Poente , primeiro passa pelas terras , que ficão mais ao Nascente ; e quando passa por nós , já tem passado por Paris ; e quando cá for meio dia , já lá ha de ser huma hora da tarde.

Eug. E temos nós algum modo para saber ao certo que horas são lá , quando cá for meio dia ?

Theod. Eu vos dou o modo de saber isso a respeito de qualquer parte do mundo. Como o Sol corre toda a Terra em redondo em 24 horas , vem a correr 15 grãos em cada hora. Supposto isto , ide ao Mappa , e vede quanta differença vai de Lisboa a Paris na Longitude (que he só o que se deve attender para isso , porque he o que basta para saber quanto huma terra fica mais ao Nascente do que outra) ; e se achardes que differem 15 grãos , a differença he de huma hora ; se a differença for de 30 grãos , importa a differença em duas horas , &c.
Ad-

Adverti , que se a terra de que fallais ficar para o Nascente de Lisboa , isto he , tiver maior longitude , nessa terra a differença do tempo a respeito de nós he para mais ; e assim quando cá for meio dia em ponto , lá será ou huma , ou duas da tarde , ou mais conforme a differença ; porém se a terra nos ficar ao Poente , e a longitude for menor , a differença do tempo he para menos ; e quando cá for meio dia , lá serão 11 horas da manhã , ou menos , conforme a differença da Longitude. Isto supposto , já vedes que tenho razão em dizer-vos : *Agora são todas as horas* : nas terras , que distarem de nós para Nascente 15 graos , sendo agora aqui 7 da tarde , serão 8 ; se distarem 60 graos , serão 11 da noite ; se distarem 90 graos , será huma depois da meia noite , &c.

Sily. Não he preciso mais , isso he manifesto.

Theod. Passemos a outro Paradoxo : *Dous homens nascendo juntamente , e morrendo juntamente , póde hum ser mais velho do que o outro.*

Sily. Isso he impossivel : ahi ha equivocação.

Theod. Não duvido que a haja , ou da minha parte , ou da vossa. Deixai-me explicar o ponto. Ser hum homem mais velho , he ter maior número de dias no espaço da vida. Tambem he certo que hum dia he o intervallo de tempo , que vai de meia noite a meia noite , ou de meio dia a meio dia : nenhum de vós duvidais disto.

Sily.

Silv. Nenhum.

Theod. Supponde que aqui nascião dous irmãos gêmeos , e que hum sempre ficava na casa de seus pais ; porém o outro , passado tempo , se punha a fazer jornada para o Nascente. Já disse que as terras , que ficarem 15 graus mais ao Nascente do que Lisboa , differem no tempo huma hora de nós ; e que sendo cá 7 horas , lá são 8 ; por conseguinte se a terra só tiver hum grau de mais que a nossa para o Nascente , differe no tempo 4 minutos. Supponhamos pois que o nosso caminhante vence hum grau cada dia , que são 18 leguas Portuguezas ; quando aqui for meia noite , lá na terra onde elle pernoitar no fim do primeiro dia de jornada serão 4 minutos sobre a meia noite , e no segundo dia pernoitará em terra , onde a meia noite de Lisboa corresponde a 8 minutos sobre ella lá nessa terra. Deste modo tendo o homem andado 15 graus , já quando cá fosse meia noite , nessa terra seria huma hora sobre a meia noite ; e tendo o homem corrido toda a Terra em redondo , e tornando a Lisboa , como em cada 15 graus contava mais huma hora , em 360 graus ha de contar mais 24 horas , ou hum dia ; e já o temos mais velho que seu irmão gêmeo , que ficou em casa.

Eug. Isso não tem resposta ; e se elle fizesse jornada para o Poente , e viesse cá sahir pelo Nascente ?

Theod. Havia de succeder o mesmo ; mas com

a differença de que as horas erão para menos , e havia de contar menos 24 em toda a jornada ; pois no primeiro dia , quando cá fosse meia noite , lá ainda havião de faltar 4 minutos.

Silv. Supposta huma cousa , a outra segue-se ; e se acaço os dous irmãos fizessem jornada , partindo hum para o Nascente , e outro para o Poente ; e depois de rodearem a Terra , se tornassem a ajuntar em Lisboa , hum levaria ao outro dous dias de mais.

Theod. Dizeis bem ; porque o que fosse para o Oriente chegando a Lisboa contava hum dia mais do que nós que cá ficáramos ; o outro , que tinha ido para o Poente , voltando contava hum dia menos do que nós ; e por boas contas dous dias menos que seu irmão. E temos que morrendo ambos a hum tempo , seria hum dous dias mais velho do que o outro.

Eug. Cuita a crer ; mas não ha remedio , senão confessallo.

Theod. Outro Paradoxo se fórma , que vos ha de parecer ainda mais impossivel , e vem a ser : *Póde hum homem andar mui devagar hum cento de leguas , sem que no fim da jornada conte mais huma hora do que no principio.*

Silv. Como he isso ? explicai-vos.

Theod. Eu o faço. Se o homem fahir aqui de Lisboa , quando he meio dia em ponto , e correr para o Poente tão depressa que vença

ça 15 grãos em huma hora , lá achará que então he meio dia nessa terra , porque então o Sol fica sobre o seu Meridiano. He isto assim?

Silv. Não tem dúvida , supposto o que fica dito.

Theod. E se der outra carreira como a primeira , quando cá forem duas da tarde , elle terá corrido 30 grãos , e lá será então meio dia. Como corre tão depressa que vai acompanhando o Sol , sempre o levará sobre si ; e por onde for passando o Sol , e o homem , que cá por baixo o vai acompanhando , sempre irá sendo meio dia , ainda que cá em Lisboa vamos contando horas successivamente. Deste modo correria o homem a Terra em 24 horas , e tornaria a Lisboa contando sempre meio dia , por onde quer que viesse , porque sempre trazia o Sol sobre a sua cabeça a prumo ; e deste modo não podia contar nem mais huma hora no seu proprio tempo em todo o espaço que durou a jornada.

Silv. Como isso he hum caso metafysico , e o homem não póde correr toda a Terra em 24 horas , não me canço em averiguar isso.

Theod. E se eu vos fizer o caso possivel , e facil , que me direis?

Silv. Facil ! e como?

Theod. A Terra he sensivelmente redonda , e todos os Meridianos se tirão de hum pólo ao outro , como vedes nos *Globos Terrestres*.

restres ; e quanto mais distão dos pólos, mais se abrem esses circulos, ou Meridianos entre si. Se estando no Equador quizerdes em 24 horas atravessar todos os Meridianos que ha, he preciso correr esse circulo, que he muito grande; mas se estando huma legua distante de qualquer dos pólos, formardes hum circulo á roda do pólo, este circulo terá de diametro duas leguas, e de circumferencia 6, e atravessará todos os Meridianos da Terra, que lá ficão mui juntinhos entre si, quando cá no Equador distão muito. Sendo isto assim, o homem que corresse em 24 horas as 6 leguas desse circulo, já podia ir acompanhando o movimento diurno do Sol; de maneira, que sempre fosse cortando com os pés o mesmo Meridiano a que o Sol hia correspondendo; e seria para o homem sempre meio dia: e como podia continuar neste giro muitos dias, nunca podia contar huma hora mais do que contou quando começou a jornada. Eis-aqui como se verifica aquelle Paradoxo que parecia impossivel. Porém vamos a cousas mais serias: isto basta para poderdes resolver outras semelhantes questões curiosas. Agora quero explicar-vos o dia, e anno, e Estações do tempo no systema Copernicano.

§. IV.

*Explica-se o dia, Anno, e suas Estações
no systema Copernicano.*

Silv. **J**A' vós dissestes, que estando o Sol fixo, revolvendo-se a Terra sobre o seu eixo em 24 horas, quando principiavamos a ver o Sol, era o principio da manhã; quando passavamos por defronte d'elle, era meio dia; e quando nos iam revolvendo, de sorte que o perdiamos de vista, era o que chamamos *Sol-poſto*, e começava então a noite, que durava até que, acabando de dar a Terra huma volta, tornavamos a ver o Sol.

Eug. Isto bem se percebe, vamos ao mais.

Theod. O que tem mais que explicar he o Verão e Inverno. Para me entenderdes haveis de suppor (*Estamp. 5. fig. 1.*) que esta meza redonda, a qual nos serve para o chá, he o circulo da Eclitica; isto he, a orbita que descreve a Terra á roda do Sol; considerai o Sol quasi no centro da meza, e que a Terra anda pela borda em redondo, com o seu movimento annuo, além do que tem em 24 horas sobre o proprio eixo. Este eixo $f n$, que se considera passando de pólo a pólo no Globo da Terra, he huma linha, que póde ter varias inclinações a respeito do plano da Eclitica. Suppon-

Est. 5.
fig. 1.

ponde que esta maçã he o Globo da Terra ; que este palito fn , com que a atravesso de parte a parte , he o eixo do mundo que vai de Norte a Sul : quero para maior semelhança dar na maçã tres golpes em redondo , que sendo perpendiculares ao eixo representem o Equador , e os dous Tropicos , e se assemelhem á Terra. Eu posso pôr a maçã de sorte , que fique o palito ou eixo fn a prumo sobre a meza ; porém então não imito bem a postura da Terra a respeito do circulo da Eclitica ; para isso deve ser assim , Norte n para cima , e Sul s para baixo , porém obliquamente com inclinação de 23 graus e meio. Nesta postura se conserva a Terra em toda a volta que dá , de sorte que sempre a ponta do palito ou eixo , que representa o Norte n ha de olhar para aquella janella , ou a Terra esteja em M , ou aqui em D , ou neste lugar S , ou nestoutro I. Eis-aqui o que chamão *Paralelismo do eixo da Terra*. Querem dizer por esta palavra , que o eixo da Terra em qualquer parte do anno , que ella esteja , sempre se conserva em postura parallela á que tem nos mais tempos do anno. D'aqui nasce o Verão e Inverno. Porque quando a Terra estiver aqui em I , que corresponde a Junho , o pólo do Norte n fica voltado mais para o Sol do que o pólo contrario , e parece-nos a nós que o Sol se chegou mais para o Norte , e por isso , no circulo que a Terra faz em 24 horas ,

as Cidades, que ficão da Linha para o Norte, mais tempo andão á vista do Sol, do que ás escondidas d'elle; e eis-ahi porque o dia he maior que a noite. Pelo contrario quando puzer a Terra aqui em D, que corresponde a Dezembro, o polo do Sul *f* he que fica mais voltado para o Sol, e o do Norte *n* mais afastado; e os habitadores desse hemisferio do Norte, quando derem com a Terra volta á roda do eixo, mais tempo hão de estar ás escuras do que á vista do Sol, e terão as noites maiores que o dia, e será Inverno.

Eug. E como formais a Primavera, e Outono?

Theod. Supponde vós que a Terra está aqui em S, onde corresponde a Setembro, o plano do seu Equador continuado vai dar ao Sol, isto he, o Sol fica-lhe bem defronte do Equador, de sorte que tanto allumea hum pólo, como ao outro: nesta situação, o habitador da Terra olhando para o Sol, cuidará que elle se move por cima do Equador; e o habitador, que se move com a Terra, só doze horas andará á vista do Sol, e outras doze escondido d'elle; e então he o dia igual á noite.

Silv. Já percebo. A differença entre o systema Copernicano, e Ticonico só está em que hum diz que o movimento do Sol de Tropico para Tropico he verdadeiro e real, e segundo este movimento se explica bem o Verão e Inverno, e igualdade ou desigual-

gualdade dos dias ; porém no outro systema ou *hypotheze* , este movimento do Sol he só apparente no Sol , e real na Terra ; porém como a respeito de nós he como se fora verdadeiro no Sol , devem acontecer os mesmos effeitos , quer seja só apparente , quer verdadeiro.

Theod. Dizeis bem : sempre o Sol a respeito de nós corresponde ora a hum Tropico , ora a outro , ora ao Equador ; ou seja porque verdadeiramente se move pela Eclitica , que vai de Tropico a Tropico ; ou , como suppõem os Copernicanos , porque a Terra com o movimento annuo , humas vezes volta o Equador para o Sol , outras hum Tropico , outras o outro.

Eug. Tenho percebido.

§. V.

Do Anno grande , feito pelo movimento periodico das Estrellas no systema Copernicano.

Theod. **R** Esta explicar o Anno grande ou Platonico , isto he , o periodo proprio do movimento das Estrellas. Já disse que as Estrellas fixas se chamão assim , porque não tem o movimento proprio , e sensível por differentes lugares do Ceo , assim como tem os Planetas e Cometas , apparecendo hoje n'um lugar do Ceo , e á
ma-

manhã em outro differente : e por esta razão se chamão fixas. Porém os Astrónomos observão, como já disse (1) que também tem o seu movimento proprio á roda do eixo da Eclitica, e que gastão nelle 25.920 annos, e que he de Poente para Nascente. Por causa deste movimento se observa huma cousa digna de reparo. No tempo de Hiparcho, o ponto do cruzamento, que havia entre a Eclitica e o Equador, correspondia ao ponto, que igualmente distava da constellação de *Aries*, e da de *Piscis*: de forte, que o ultimo ponto de *Piscis*, ou o primeiro de *Aries*, era o cruzamento da Eclitica com o Equador: observa-se agora, que muitas Estrellas de *Piscis* já atravessarão o Equador; e todas as mais Estrellas de *Piscis*, e as de *Aquario*, e depois as de *Capricornio* irão passando pelo Equador; e assim todas as demais que formão o Zodiaco, até que, passados 25.920 annos, tornará a cortar o Equador o primeiro ponto de *Aries*. Ora este movimento no systema Ticonico he verdadeiro; mas no systema e hypothese Copernicana he só apparente: e o modo de o explicar eu o digo, deixai-me desenharmos huma figura. Esta meza (*Estamp. 5. fig. 3.*) supponhamos que he o plano da Eclitica, por onde anda a Terra á roda do Sol, que está no meio: levantemos hum arame alto *E I*, que representa o eixo da Eclitica-

Est. 5.
fig. 3.

(1) Tarde XXXI. §. VII.

tica , levantado perpendicularmente sobre ella , e o pólo E igualmente distante de todas as suas partes. Ponhamos a Terra aqui em M com o eixo de Norte N a Sul S inclinado ao plano da Eclitica , como disse. Consideremos huma linha *p q* paralela ao eixo da Eclitica , que atravessasse a Terra pelo centro. Isto posto , haveis de saber que , ainda que eu disse ha pouco que o eixo da Terra N S , em qualquer parte que a Terra estivesse , sempre ficava paralelo a si mesmo ; com tudo , isso não he assim , fallando com todo o rigor mathematico , alguma differença tem , posto que mui pequena : de sorte que se neste anno , quando foi o Solstício de Verão , e estava a Terra em M , a ponta do eixo N estava em *a* , para o anno que vem já essa ponta N ha de ter andado hum pouco para a ilharga , e estará em *e* , e no outro anno em *i* , depois em *o* , &c. ; ao mesmo tempo , a outra extremidade do eixo S fará o mesmo movimento , mas encontrado , seguindo os números que aqui escrevo 1 , 2 , 3 , 4 , &c. Este movimento porém he tão vagaroso , que as extremidades do eixo não farão hum circulo á roda da linha de pontinhos *p q* , senão passados 25.920 annos. Este movimento das extremidades do eixo da Terra he contra a ordem dos Signos , isto he , de Oriente a Poente. Adverti tambem que , supposta a inclinação do eixo da Terra , a respeito do plano da Ecli-

Tom. VI. Aa tica,

tica, que como disse he de 66 grãos e meio, este mesmo eixo N S faz com a linha de pontinhos *p q* hum angulo de 23 grãos e meio, que he justamente o que vai desde o pólo do Norte no Ceo até o circulo Polar; e neste Circulo polar he que se terminão, como já disse, os pólos da Eclitica; e por conseguinte temos que este circulo de pontinhos *a e i o u*, que descreve o eixo da Terra, corresponde lá no Ceo a hum circulo semelhante ao circulo Polar. Ora deste movimento do eixo da Terra, que neste systema he real, nasce hum movimento nas Estrellas enganoso e apparente; porque como a linha *p q* he parallela a E I, as suas extremidades lá no Ceo distão tanto entre si, como cá no plano da Eclitica; ora esta distancia (que he a do Sol á Terra) posta lá em huma tal altura, desaparece, e he como hum ponto: por esta razão se a extremidade da linha E I corresponde lá no Ceo ao pólo da Eclitica, também a extremidade da linha *p q* corresponde sensivelmente ao mesmo ponto. Supposto tudo isto, quando o eixo da Terra N S se move á roda da linha *p q*, e a extremidade N faz hum circulo, que lá no Ceo corresponde a outro formado á roda de *p* pólo da Eclitica; os homens, que se movem com a Terra, erradamente julgão que esse pólo da Eclitica *p* he quem descreve hum circulo em contrario á roda do ponto N, a que no Ceo corresponde o pólo da

Ter.

Tarde trigésima quarta. 371

Terra. Por isso dizem que os pólos da Eclitica *p q* em 25. 920 annos correm todo o circulo polar á roda dos pólos ; porém he engano (dizem os Copernicanos) porque o pólo da Eclitica he fixo , e o pólo do Norte *N* he quem se move á roda delle. Tambem nasce daqui outro engano ; porque indo a extremidade do eixo da Terra *N* correndo successivamente todas as Estrellas que na distancia de 23 grãos e meio cercão o pólo da Eclitica , nós cuidamos que as Estrellas são as que se movem á roda do seu pólo *p* , para se virem chegando ao pólo do Norte *N* ; porém he engano ; por quanto o pólo do Norte he quem vai visitando e correndo todas essas Estrellas , que na realidade estão immoveis. Já daqui vedes como ás Estrellas , que distão do pólo da Eclitica 23 grãos e meio , damos erradamente movimento á roda desse pólo ; e como todas as mais Estrellas conservão com estas a mesma ordem , disposição , e distancia , a todas attribuímos o mesmo movimento á roda dos seus pólos ; porém he errado o discurso. Do mesmo modo , parece-nos que as Estrellas da Eclitica com o seu proprio movimento á roda do seu eixo vão successivamente passando pelo Equador que lhe fica inclinado : tambem he engano , porque movendo-se o eixo da Terra , tambem o Equador , que sempre faz angulo recto com elle , se ha de mover ; e o Equador com o seu movi-

mento he quem vai cortando a Eclitica em diferentes pontos. Ultimamente deste movimento do Equador nasce outro effeito , a que chamão *Anticipação dos Equinoccios*. De sorte , que se , estando a Terra n'um determinado ponto da sua orbita , fez ahi o seu Equinoccio verno , em rigor não havia de tornar a fazer esse Equinoccio senão depois de dar huma revolução inteira , quando tornasse a chegar a esse mesmo ponto ; porém na realidade acontece o Equinoccio algum tempo antes de chegar a Terra a esse lugar.

Eug. E porque motivo he isso?

Theod. O Equinoccio succede quando huma linha tirada do Equador de parte a parte vai parar ao Sol ; se o eixo da Terra conservasse sempre o parallelismo a si mesmo nesse caso , sómente quando chegasse a acabar de todo a orbita annua he que o plano do Equador olharia direito para o Sol ; mas como elle se torceo entretanto para o lado , tambem deo inclinação ao Equador , e por isso , algum tempo antes de chegar ao fim da orbita , já o Equador olha direito para o Sol , e temos Equinoccio na Terra antes do tempo ; porém esta anticipação vale o que importa hum anno repartido por 25.920 , que serão pouco mais de 3 minutos e 23 segundos , se me não engano. Eu bem sei que o tratar disto pertencia a outra parte , quando vos expliquei o movimento da Terra ; porém agora ficou-

cou-me mais facil a sua explicação depois de vos explicar o *parallelismo* do eixo da Terra.

Eug. Já vos tenho recommendado que guardeis aquella ordem, que virdes que he mais conducente á minha maior intelligencia.

§. VI.

Da causa das Marés.

Theod. **C**omo nesta tarde determinei tratar dos effeitos, que nascem da postura que ha na Terra a respeito dos Astros, devo necessariamente tratar dos effeitos que nella causão o Sol e a Lua: e aqui entrão as Marés. *Marés* chamo eu á alternativa intumescencia, e detumescencia da agua do mar. A experiencia ensina a todos que no espaço quasi de 25 horas a agua do mar duas vezes sobe a determinada altura, e duas vezes desce: chamão-lhe *maré cheia*, ou *preamar*, quando está na maior altura; e quando desce ao ultimo ponto, chamão-lhe *maré vazia*, ou *baixa mar*. Todos concordão que este effeito procede da Lua, porque segue o seu movimento: a difficuldade he dizer o modo, com que a Lua póde fazer subir, ou descer as aguas do mar. Alguns differão que era por huma especie de fermentação ou fervura, que causava a Lua nas aguas do mar; porque lan-
ça.

cava de si certos effluvios , que achando a agua misturada com sal e betume , a fazia fermentar ; e nesta fermentação forçosamente havia de crescer o volume ; e nisto he que consistião as marés.

Eug. Essa explicação não parece má.

Theod. Muitos Filósofos a seguem ; porém eu não me posso persuadir que seja verdadeira. Primeiramente porque , como já vos disse , não ha fundamento bastante para admittir esta copia quasi infinita de effluvios da Lua (1). Além disso , a Lua não pôde mandar estes effluvios para os dous hemisferios de agua , que ficão a prumo debaixo della. Deixai-me formar huma figura com o Lapis , que ha de ser precisa (*Éstamp. 5. fig. 2.*). Esta bola superior L representa a Lua , e a inferior T representa a Terra. Haveis de saber que nestes dous lugares P p ha maré cheia , porque ficão a prumo debaixo da Lua ; a maré , que fica voltada para a Lua , chama-se *primaria* ; a que fica na face opposta , chama-se *secundaria* ; porém nos pontos B b ha maré vazia ; e como a Lua vai voltando á roda da Terra , pontualmente vai a maré cheia correndo á superficie da Terra ; e se agora aqui no Téjo he maré cheia , porque temos a Lua sobre nós , quando a Lua estiver no Horizonte b , então será maré cheia em B b , e maré vazia em P p. Tornaremos porém a ter maré cheia , quando a Lua estiver a prumo-

Est. 5.
fig. 2.

(1) Tarde XXIX. §. VII.

prumo debaixo de nós ; e tornaremos a ter maré vasia , quando vier nascendo no outro Horizonte B. Supposto isto , que a experiencia ensina , bem se vê que não podem as marés proceder de effluvios da Lua , que causem alguma fermentação nas aguas do mar ; porque como nos podem persuadir , que estes effluvios atravessão toda a Terra pelo seu meio , para virem fazer a fermentação , ou maré cá no hemisferio inferior ? Por certo que a agua , que fica aos lados , v. g. em *B b* , com mais razão receberia estes effluvios , do que a agua inferior que temos em *p* ; e nós vemos que em *B b* ha maré vasia , e cá no hemisferio inferior e opposto á Lua ha maré cheia. D'onde , quanto a mim , evidentemente se colhe que a causa das marés não he alguma effervescencia , que os effluvios da Lua causem nas aguas do mar.

Silv. Pois procedendo as marés do influxo da Lua , como ninguem nega , pois a seguem , que outra cousa se póde dizer sobre a causa das marés ? Eu bem vejo que essa difficuldade he grande ; porém a experiencia convence.

Theod. A experiencia só mostra que a Lua he causa das marés ; porém não ha experiencia que prove esses influxos , nem effluvios.

Silv. Se a Lua causa as marés , como não influe ? Eu não sei como sem esses influxos possa fazer cá nas aguas algum effeito.

Theod. Des-Cartes o explicou por hum modo

do bem engenhoso , posto que , quanto a mim , falso. Diz que á roda da Terra , n'um perpétuo vortice , gira huma rapida e immensa torrente de materia subtil : esta materia quando achar a passagem mais estreita , he forçoso que opprima os obstaculos que de huma e outra parte lhe apertão o caminho. Estando a Lua a prumo em cima de nós , com o seu volume occupa espaço grande ; e já a torrente de materia , que quer passar por entre a Terra e a Lua , acha o caminho mais estreito , e opprime as aguas do mar ; porém ellas opprimidas no mar largo , que fica a prumo debaixo da Lua , necessariamente hão de crescer para as bordas da praia , e a isso chamão *maré cheia*. Ao mesmo tempo com a força , que faz esta torrente de materia , ha de afastar hum pouco do seu lugar a Terra , e ficará menor a distancia entre ella e a orbita da Lua pela parte inferior ; e por isso ao passar por baixo a torrente de materia subtil , achará tambem o caminho apertado ; e as aguas opprimidas tambem crescerão , e trabordarão para as ilhargas , formando nestes sitios outra *maré cheia* , correspondente á *maré cheia* , que fica da parte da Lua. Pelo contrario , passando a Lua desse lugar , que tinha sobre nós , e descendo até o Horizonte , já as aguas do mar ficão livres da sua oppressão , e as que tinham subido ás praias , descahem a occupar o seu lugar antigo , sendo então *maré vazia*.

Eug.

Eug. Ora alli tendes , Silvio , huma explicação bem admiravel , com que se entende como a Lua causa as marés , sem haver influxo nenhum.

Sily. Eu não admitto esses turbilhões , e vortices de materia subtil.

Theod. Nem eu tambem ; por isso não figo este systema , posto que o confesso engenhoso. Além de que , ainda admittidos esses turbilhões , me parece que não podião causar as marés ; primeiramente , porque esses turbilhões levão comfigo a Lua , fazendo-a girar á roda da Terra , assim como as aguas de huma torrente levão comfigo hum barco : e sendo isto assim , não pôde a Lua apertar o caminho , por onde haja de passar essa materia. Demais , que se a orbita da Lua fosse huma abobada solida , e impenetravel , então como a materia subtil não podia passar por cima da Lua , forçosamente havia de encontrar mais estreito o caminho entre ella e a Terra ; porém isto bem vedes que he falso. Mais : ainda nesse caso mais facil era á materia subtil traspassar as aguas , do que opprimillas de forma que as fizesse subir para as praias , e abalar do seu lugar toda a Terra em pezo , para ficar mais estreito o caminho entre ella e a orbita da Lua pela parte inferior. Em fim mostra-se evidentemente que he falso o abaterem-se as aguas ; porque passando a Lua a prumo sobre muitas praias , que se encontrão na Zona Torrida , nunca até aqui

aqui se observou , que ahi abaixassem as aguas , antes se conhece que constantemente sobem ao passar da Lua por cima.

Sily. Eu não sou Carteziano , não me importa o soltar essas difficuldades. Mas dizei-me vós o que seguis neste particular.

Theod. Eu como *these* não sigo nada ; isto he , não digo que as cousas são deste ou daquelle modo ; porém como *hypothese* , ou supposição , agrada-me a sentença dos Newtonianos. O seu systema he este. Já sabeis que admittem mutua e geral gravidade , ou attracção entre a Terra e os Planetas : tambem sabeis , que esta attracção he maior quando os corpos estão mais chegados , de forte que cresce , conforme já vos disse , na razão inversa dos quadrados da distancia. Vamos agora á mesma Estampa (*Estamp. 5. fig. 2.*), que vos mostrei ha pouco. Nesta linha , que desde a Lua atravessa a Terra , notai tres pontos *P* , *T* , *p* ; isto he o centro da Terra , e o ponto da superficie superior mais chegado á Lua , e o ponto do hemisferio inferior mais distante della. Como estes tres pontos tem mui diversa distancia da Lua , tambem ha de ser mui diversa a força , com que a Lua os attrahe , pois cresce a força da attracção á proporção que diminuem os quadrados das distancias ; e assim sabe-se , que se no ponto *P* mais proximo á Lua a attracção vale 3.721 , no centro *T* vale 3.600 , e no ponto ultimo *p* vale sómente 3.481 ; porque esta
he

Est. 5.
fig. 2.

he a razão , que ha entre os quadrados das distancias da Lua 61 , 60 , 59. Nisto concordareis facilmente , supposto o que fica dito n'outros dias. Ora attrahindo a Lua estes tres pontos , postos em huma linha recta , porém o primeiro mais fortemente que o segundo , e o segundo mais fortemente que o terceiro , necessariamente os ha de separar entre si , senão estiverem prezos mutuamente. Mas as aguas não estão ligadas ; e por isso as que ficão mais proximas á Lua ióbem mais , affaltando-se do centro da Terra , e isso he *maré cheia* ; e como pela mesma razão attrahe o centro da Terra mais , do que as aguas inferiores , que ficão em *p* , tambem separa mais o centro da Terra dessas aguas , ou essas aguas do centro da Terra , e ficando ahi mais distantes do centro da Terra , ficão mais altas ; e he outra *maré cheia*. Eis-aqui como sempre ha *preamar* , não só na superficie superior , mas na inferior , naquelles lugares que correspondem á Lua por linha recta. Nos outros lugares porém , como não ha causa que faça subir as aguas , he *maré vazia*.

Dizei-me , que vos parece deste syttema ?

Eug. Não posso deixar de dizer que o acho mui engenhoso.

Theod. Mas huma difficuldade tem contra si na *maré inferior* , que he a que em todos os syttemas custa mais a explicar ; porque as aguas inferiores se achão , conforme a este syttema , attrahidas por duas causas ;
hu-

hum he a Lua , outra o centro da Terra ; com a attracção a que chamamos pezo das aguas. De forte que , ainda no caso que a Lua por nenhum modo attrahisse as aguas inferiores , sempre estas seguirião o centro da Terra para qualquer parte que elle fosse arrebatado ou attrahido , do mesmo modo que quem puxar por hum navio trazendo-o a reboque , o escaler ou bote que vem prezo ao navio pelo cabo , seguirá por toda a parte ao navio , ainda que immediatamente não puxem por elle. Deste mesmo modo , como o centro da Terra attrahe as aguas todas , que banhão a sua superficie em redondo , ainda que a Lua não attrahisse por nenhum modo as aguas inferiores p , huma vez que attrahisse o centro da Terra , as aguas inferiores o seguirião tão de perto , como se elle estivesse immovel ; assim como o bote segue o navio na mesma distancia , quer elle seja attrahido , quer o deixem em socego. Da parte superior a attracção da Lua milita contra a attracção do centro da Terra ; a attracção da Terra puxa as aguas para baixo , a da Lua para cima : e d'aqui resulta ficar a gravidade das aguas menor , e subirem para cima , separando-se algum tanto do centro da Terra. Porém no hemisferio opposto á Lua concorrem a attracção do centro da Terra , e da Lua a puxar as aguas para a mesma parte , e parece que devia então ser ahi a maré vasia. Se a Lua não attrahisse essas aguas

inferiores p , ellas por virtude da attracção terrestre, ou pezo proprio, se conservarião na mesma distancia do centro, que terião, se não houvesse Lua, que seria a mesma que nos lados, por força do equilibrio dos liquidos; mas como na realidade tambem chega ás aguas inferiores a attracção da Lua, ainda que menor do que do centro, sempre deve obrar algum effeito, e mover as aguas para essa parte; ficarão logo as aguas mais baixas do que nos lados Bb , e teremos hum grande *baixa mar*. Ainda quero pôr isto em termos mais claros. Supponhamos que a attracção da Terra a respeito das aguas da sua superficie em redondo vale 100; se não houvesse Lua, sendo em toda a redondeza da Terra igual esta attracção, em toda a superficie ficarião as aguas equilibradas, isto he na mesma distancia do centro (precindamos do movimento diurno da Terra, que os Newtonianos admittem). Ponhamos agora a Lua a prumo sobre P ; e imaginemos que a attracção da Lua no centro T vale 10, no ponto superior P valerá 11, e no ponto inferior p valerá 9. Isto posto, em P as aguas experimentão a attracção como 100, que as puxa para o centro, a attracção como 11 que as puxa para cima; segue-se que ficarão mais separadas do centro, como se só valesse o seu pezo ou attracção 89 grãos; pois he cousa sabida que quando hum mesmo corpo experimenta attracção para partes

op-

oppostas , a menor se desconta da maior ; e descontando 11 , que tanto vale a attracção da Lua , de 100 , que he a attracção da Terra , ficão 89. Vamos agora ao hemisferio opposto. Em *p* tem as aguas força como 100 , com que são attrahidas para o centro da Terra ; tem além d'isso attracção como 9 , com que são puxadas para a Lua ; e como a Lua , e o centro da Terra lhes ficão da mesma parte , huma força se ajunta á outra , e devem-se mover as aguas , como se por huma só causa fossem attrahidas com força 109. Deste modo ficão as aguas em cima attrahidas para o centro da Terra com força 89 , nos lados *B b* attrahidas com força 100 , em baixo attrahidas com força 109 ; e d'aqui segue-se , que em *P* haverá *maré cheia* , em *B b* *maré vazia* , e em *p* huma *maré* muito mais vazia ; pois aqui com muita maior força se chegarão as aguas para o centro da Terra.

Sily. Supposto isso , como dizeis vós que achais esse systema engenhoso?

Theod. Summamente engenhoso : e a esta difficuldade se responde maravilhosamente , e fica o systema em pé : deve-se a resposta ao nosso Grande Bento de Moura Portugal. Já sabeis que a Terra , e Lua girão em 27 dias e meio á roda do centro commum , que fica entre ambos , como já vos disse (1) fallando do modo de pezar a Lua.

Eug. Bem me lembro. Eis-aqui as figuras
(*Es-*

(1) Tarde XXXIII. §. V.

Tarde trigesima quarta. 383

(*Estamp.* 4. *fig.* 4.) que vós fizestes para Est. 4.
me explicar esse ponto. fig. 4.

Theod. Dellas mesmas me servirei agora. Vam-
mos a esta figura (*Estamp.* 4. *fig.* 5.). Aqui Est. 4.
vedes que no mesmo tempo, em que a Lua fig. 5.
L faz hum giro grande á roda do centro com-
mum C, a Terra T faz hum giro pequeno
á roda do mesmo centro commum. Isto he
certo (1). Ora tambem he certo, que todo
o corpo, que se move em giro á roda de
al-

(1) Nas impressões precedentes fazia eu o
calcullo, dando á Lua hum pezo 39 vezes me-
nor que a Terra, o que obrigava a pôr o cen-
tro commum meio raio fóra da Terra, con-
formé o calcullo de Gravesande. Como porém
depois da passagem de Venus se dá á Lua hum
pezo 71 vezes menor que o da Terra, se pôde
fazer o calcullo deste effeito do modo seguinte.

1.º Quando as forças da Attracção da Lua
e Centrifuga a respeito do centro commum fo-
rem para a mesma parte o movimento das
aguas no mar, deve ser igual a somma de am-
bas; e quando forem para partes oppostas, de-
ve seguir á maior, depois de descontar a menor.

2.º A força da Attracção he na razão in-
versa dos quadrados das distancias da Lua a va-
rios pontos da Terra: as distancias são 59,
60, 61 semidiametros da Terra, cujos qua-
drados são 3.481, 3.600, 3.721, medida das
3 forças da Attracção, as quaes reduzidas a
números menores, são com pouca differença
como 36 no centro, 37 na face proxima, e
35 na face remota.

3.º Como o centro da Terra não se chega,

algun centro, tem força centrífuga; e todas as partes desse corpo forcejão a fugir do centro á roda de que se revolvem. D'aqui se segue que as aguas, que rodeião a Terra, hão de fugir do centro commum, mais ou menos, conforme distarem delle. No centro da Terra, comparando a força centrífuga a respeito do centro commum C com a força da attracção para a Lua L, ficará em equilibrio; e por isso nem o centro da Terra foge mais da Lua, nem se chega mais para ella. Porém no ponto *i*, que he a superficie do Mar mais vizinha á Lua, he maior a attracção do que no centro, e puxa as aguas para a Lua, fazendo maré cheia: pelo contrario no ponto *a* do hemisferio oppo-

nem se affasta mais da Lua, são iguaes ali as forças com que a Lua o attrahe, e com que elle quer fugir do centro commum; e se a força de Attracção he 36, a Centrífuga tambem será 36.

4.º Dando a Lua hum pezo 71 vezes menor, repartamos 60 raios por 72, e fica o centro commum para dentro da superficie da Terra na face proxima á Lua, distante della 172 leguas portuguezas; e longe do centro da Terra 859; e distante da face da Terra opposta á Lua 1.890, e por estas distancias se devem medir as forças Centrífugas nesses tres pontos, isto he, no centro da Terra, na face vizinha á Lua, e na face remota, os quaes números com pouca differença se reduzem a estes menores 7, 36, 79.

5.º Combinando agora o effeito destas forças, temos no centro duas forças contrarias

opposto á Lua , a força centrífuga das aguas he maior que no centro , por ser mais distante ; e ha de ser menor a attracção da Lua que já fica mais longe ; e por este modo fugirão as aguas do centro commum , e isso he fugir tambem do centro da Terra , que lhes fica da mesma parte ; e haverá outra *maré cheia*. Supposto tudo isto , se desfaz a difficuldade : se no hemisferio opposto á Lua não houvesse alguma attracção da Lua , a força centrífuga das aguas a respeito do centro commum as faria fugir muito do centro da Terra , e formaria huma *maré* muito grande ; porém como lá chega a attracção da Lua , detem a agua , e faz huma *maré* mais pequena.

Eug. Tenho entendido perfeitamente.

Theod. Agora quero accrescentar outra circumstancia mui digna de advertir-se. A *maré cheia* , que se faz no hemisferio voltado

Tom. VI.

Bb

pa-

iguaes , e o effeito he nada : na face proxima á Lua temos duas forças que concordão , e o effeito deve ser igual á somma d'ambas ; e as aguas devem ir para a Lua com ambas as forças : na face remota deve a força centrífuga maior , descontada a força da attracção menor , dar movimento ás aguas , affastando-as do centro da Terra , e da Lua. A medida destes effeitos he a seguinte.

Attr. Face prox. 37 Centr. 36 Fac. rem. 35.

Forç. centrif. Fac. pr. 7 Centr. 36 Fac. rem. 79.

Effeitos.

Face prox. 37 , mais 7 , dá 44 de *maré primeira*.

Centro - 36 , menos 36 , dá nada.

Face rem. 79 , menos 35 , dá 44 de *maré segunda*.

Est. 4.
fig. 5.

para a Lua , não só he effeito da attracção da Lua sobre esse lugar *i* , mas tambem he principalmente da attracção da Lua nas ilhargas da Terra *b b* (*Estamp.* 4. *fig.* 5.): advertencia do nosso Bento de Moura. He bem verdade que a attracção da Lua he mais forte no lugar *i* , que lhe fica a prumo ; porém não pôde mover tanto as aguas , porque milita diametralmente contra a sua gravidade ; porém nos lados *b b* a attracção da Lua não he contraria á direcção da gravidade das aguas. O pezo das aguas impelle-as para o centro da Terra pela linha *b T* , a attracção da Lua he pela linha *b L* ; e como a attracção da Lua não fica embaraçada pela gravidade das aguas , move-as muito , fazendo-as rolar pela superficie da Terra. Ora puxando as aguas de hum lado , e do outro , vem de huma e outra parte ajuntando-se para o meio , e fórmão hum montão de aguas muito grande , e huma maré muito maior do que faria só a attracção da Lua sobre essa agua *i*.

Eug. Mas na parte opposta como se fórma a maré ?

Theod. Tambem deve attribuir-se não só á força centrífuga dessas aguas em *a* , mas tambem concorrem para essa maré as aguas dos lados *b b* , que por causa da força centrífuga pertendem fugir do centro commum *C* pelas linhas *b m* , *b n* ; mas como o centro da Terra as puxa pela linha *b T* , obedecem as aguas a ambas as forças , rolando pela superficie da Terra ; e concorrendo
de

de hum a e outra parte , se vão ajuntar no ponto *a* , formando segundo *preamar*. Aqui tendes a causa das *marés cheias* : e d'aqui mesmo se colhe que em *b b* ha de haver grande *baixa-mar* , ou *maré vasia* ; pois fuggindo as aguas de *b b* , humas para a parte da Lua por causa da attracção , outras para a parte opposta por causa da força centrifuga , em ordem a formar as *marés cheias* , em *a* , e em *i* , naturalmente ha de haver hum a grande falta de aguas ou *baixa-mar* em *b b* : isto he nos dous lugares que ficão em *quadratura* com a Lua.

Sily. Eu não posso dar voto neste ponto , porque joga com leis de movimento , em que não sou professor ; porém , conforme o que temos tratado , acho-o muitas vezes bom.

Theod. Eu confesso que no *systema Newtoniano* não acho explicação que mais me agrade ; e fóra deste *systema* nada me parece verosimil , quanto a este ponto. Que dizeis , *Eugenio* ?

§. VII.

Das circumstancias particulares , que se observão nas marés.

Eug. Quando vos agrada a vós , que podeis descubrir difficuldades , que eu não vejo , que será a mim , que tenho menos luz , e mais facilmente me levo da primeira apparente belleza das cousas. Mas desejo saber , se neste mesmo *systema* me podeis dar a razão de algumas diversida-

des, que se observão nas marés ; porque humas vezes são muito grandes , outras não.

Theod. Nas Luas novas , e Luas cheias são marés maiores , e lhe chamão *Aguas vivas* ; quando fôbe a agua a muito maior altura no *preamar* , e desce muito mais no *baixa-mar* ; e assim deve ser , porque assim como a Lua attrahe as aguas , assim as attrahe tambem o Sol ; porém a maré que se attribue ao Sol he mui pequena , por causa da grande distancia deste Astro : ora nas Luas novas , como o Sol , e a Lua ficão pela mesma linha a respeito da Terra , concorre a attracção do Sol com a da Lua ; e se o Sol havia de levantar as aguas por 3 palmos , e a Lua por 10 ou 11 , concorrendo ambas as attracções , fobem as aguas 13 ou 14 palmos ; e havendo nas marés cheias maior volume de aguas , forçosamente nos lugares , donde vem essa agua e fica vasia a maré , ha de haver maior falta de agua , e mais sensível baixa-mar.

Sily. Porém nas Luas novas não só he mui grande a maré no hemisferio correspondente á Lua e Sol , mas tambem no hemisferio opposto ; e ahi não ha attracção do Sol que augmente a maré.

Theod. Todas as vezes que hum corpo se move á roda de algum ponto , sempre tem força centrífuga ; e no systema Newtoniano , movendo-se a Terra á roda do Sol na orbita annua , tambem tem sua força centrífuga , que pouco mais ou menos he igual á força da attracção do Sol. Pelo que , o
Sol

Sol fô por si mesmo , não havendo Lua , sempre faria duas marés , huma ao meio dia na face voltada para o Sol , outra á meia noite na face opposta : a maré do meio dia seria causada pela attracção do Sol ; e a maré da meia noite seria causada pela força centrífuga das aguas a respeito do Sol. Vamos agora á conjunção do Sol com a Lua nas Luas novas : ajunta-se a attracção do Sol com a da Lua , e fazem huma maré mui grande na face que fica para o Sol ; e ajunta-se a força centrífuga das aguas a respeito do Sol com a força centrífuga a respeito do centro commum , e fazem huma maré grande na face opposta á Lua e ao Sol.

Silv. Tenho entendido.

Eug. E na Lua cheia como succede isso?

Theod. Como então o Sol , a Lua , e a Terra ficão na mesma linha , o Sol v. g. no Poente , e a Lua no Nascente , concorre a attracção do Sol com a força centrífuga da Lua ; e a força centrífuga do Sol concorre com a attracção da Lua : de forte , que a maré cheia *primaria* do Sol sempre concorre com a maré cheia *secundaria* da Lua ; e a *primaria* da Lua concorre com a *secundaria* do Sol , e por isso são tão grandes. Ora nos quartos da Lua são as marés mui pequenas , porque concorre a maré vafia do Sol com a maré cheia da Lua ; e se a Lua havia de levantar a agua por 11 palmos , devemos descontar os 3 palmos de maré vafia do Sol , e ficão só 8 palmos : e pela mes-

mesma razão as marés baixas são mais pequenas ; porque havendo de descer a agua por causa da Lua 11 palmos , como ahi concorre a maré cheia do Sol , que são 3 palmos , só desce a agua por 8.

Eug. Já entendo ; e vejo que tudo concorda admiravelmente. Porém os marítimos observão no anno dous tempos , em que as marés são extraordinariamente grandes ; e chamão-lhe *cabeças d'aguas* , se me não engano.

Theod. São em Março e Setembro ; e procedem de que os dous Astros Sol e Lua se encontrão perto do Equador. Nós se puzessemos o Sol e a Lua nos pólos , nenhuma maré haveria ; porque em todas as partes de qualquer paralelo ao Equador estaria a agua na mesma altura , e com a revolução diurna da Terra as praias sempre olharião a Lua ou Sol do mesmo modo , e sempre terião a mesma altura de agua. Logo quanto mais formos trazendo os Astros até o Equador , maiores serão as marés. Eis-aqui porque nas conjunções , que succedem perto dos Equinoccios , são maiores que nunca as marés ; porque cada hum dos Astros obra por linha mais proporcionada a esse effeito.

Eug. Não sei que tem isto de levar as cousas desde os seus principios , que todas as circumstancias , ainda as mais miudas , vão nascendo naturalmente.

Theod. Advirto agora duas cousas , que mere-

recem attenção : huma he , que a maior força das marés não he rigorosamente no dia da *Lua nova* , ou *Lua cheia* , mas dous dias depois : e a razão he , porque o balanço das aguas ganhado n'umas marés vai facilitando o movimento dos outros que se seguem , ainda que nellas já seja menor a força da attracção ; como com effeito já he menor nos dias que vão da *Lua nova* para diante. A outra cousa he ; que tambem a maior altura da maré não he no ponto , em que a *Lua* toca no Meridiano desse lugar , mas duas ou 3 horas depois. A razão que dão os Newtonianos he esta. A *Lua* supponhamos que está agora no Meridiano de Lisboa ; attrahe e puxa para este Meridiano , não só as aguas que ficão para o Poente , mas as que nos ficão ao Nascente : estas aguas , que ficão ao Nascente , vem vindo para nós por força da attracção da *Lua* ; mas ao mesmo tempo , como neste systema a *Terra* se revolve de Poente para Nascente , as aguas levão movimento para o Nascente : supposto isto , sendo estas aguas do Meridiano levadas pela *Terra* com impeto para o Nascente , e puxando a *Lua* as de lá para cá , mutuamente se hão de encontrar ; e fazendo hum grande montão de aguas , farão huma maré mui cheia no lugar que diste algum tanto do nosso Meridiano para o Nascente , pelo qual já a *Lua* tinha passado duas ou tres horas antes.

Silv. Essa explicação he engenhosa.

Eug. E suppostos os principios , he naturalissima.

Silv. Mas eu tenho ouvido dizer que junto de Bristol sobem as marés a 45 pés de altura ; que n'outras partes he quasi insensivel ; e n'outras he mediana. De que podem nascer estas desigualdades?

Theod. Se a Terra toda fosse igual , não haveria essa diversidade nas marés ; porém a desigualdade dos sitios faz grande desigualdade no movimento das aguas. As marés , que nós aqui experimentamos no Tejo , não são tanto procedidas immediatamente da attracção da Lua aqui , como da comunicação do Tejo com o Oceano : do mesmo modo no Mediterraneo , que he hum grandissimo tanque de agua , não podem haver marés senão participando-lhes o Oceano o augmento das aguas no tempo do *preamar* ; porém sendo o Mediterraneo hum tanque immenso , cuja bocca he o Estreito de Gibraltar , por muita agua que por esse estreito entre no tempo de 6 horas , não pôde ser mui sensivel repartida por todo o Mediterraneo : acabadas as seis horas , como no Oceano ha *baixa mar* , começa a sahir do Mediterraneo a agua que tinha entrado ; e deste modo só nos lugares vizinhos ao Estreito será a maré mais sensivel. Tambem não pôde ser sensivel onde não houver ponto fixo para se conhecer a altura da agua ; eis-aqui porque no mar largo se

se não podem perceber. Tambem quando for tal a agitação das ondas, que se não conheça bem o nivel das aguas, não se pôde perceber a maré; mas de ordinario sobem a maior altura, do que pedia o nivel com o Oceano, porque correm com impeto, e sobem muito além do que devião subir pelas leis da attracção, ou força centrifuga. Ultimamente como huns lugares tem communição subterranea com muitos outros, naturalmente crescendo lá a agua a maior altura, pelas leis do Equilibrio, devem crescer tambem naquelles com quem occultamente se communicão; e deste modo podem haver muitas marés dentro em 24 horas. N'outras partes ha varias enseiadas ou estreitos, varias ferranias de rochedos debaixo da agua, varios ventos, que soprão com esta ou aquella direcção, e fazem grande perturbação na corrente das aguas, e por conseguinte nas marés.

Eug. Só me fica que perguntar, porque se demorão as marés tres quartos de hora de hum para outro dia.

Theod. Como seguem o movimento da Lua, e esta anda para o Nascente mais ligeira que o Sol, quando o Sol torna ao Meridiano, ainda faltão 50 minutos para chegar á Lua; e só então torna a ser a *maré cheia*, que segue a Lua. E por ora baste de Filosofia, que affás tem durado a conferencia. A' manhã trataremos do que resta.

TARDE XXXV.

Do Globo da Terra considerado em si mesmo, e da sua Atmosfera.

§. I.

Da Terra firme e seus montes, e das conchas do mar que nelles se achão.

Theod. **H**Oje temos que dar hum vasto passeio pelo mundo todo; e havemos de correr a Terra para hum e outro lado, cruzar todos os mares, descer aos mais profundos abyssos, e subir ás mais altas montanhas: visitaremos a região dos ventos, e sobre as nuvens caminharremos com o discurso.

Silv. Grande passeio he para huma tarde; preciso he levar passo mais ligeiro: naturalmente ficareis mui cansado.

Theod. Tempo bastante me resta para descansar, pois he a ultima vez que o meu discurso caminha sobre estas regiões.

Eug. Não me useis dessa palavra *ultima*, que acho nella hum não sei que, que me fere vivamente a alma. Rogo-vos que sem mais exordio entremos na conversação.

Theod. Já considerámos a figura esferoide da Terra, como effeito da sua revolução no
sys-

systema Copernicano : já fallámos da regular desigualdade das marés , como effeito da diversa postura do Sol e da Lua ; convém agora examinar mais miudamente as partes mais notaveis da superficie da Terra. Por toda ella achamos Montes e Valles : estes montes , quando por toda a parte estão cercados de agua , chamão-se *Ilhas* ; e os valles quando estão cheios de agua , e por toda a parte cercados de terra , chamão-se *Lagos*. Se os montes , que nascem do fundo do mar , não chegão a botar fóra das aguas os seus cabeços , são os baixos que encontrão os descautelados Pilotos. Não vos farei huma descripção Geografica dos mares e ilhas , como nem dos montes e lagôas , que para isso ahi estão os Mappas. Vou ao officio de Filosofo , que he dar a razão dos effeitos , que nestas cousas se observão. Haveis de desejar saber o meu pensamento sobre a divisão primitiva entre a Terra firme e o Mar , e sobre a origem dos montes. Algum dia imaginava que a Terra no seu principio fora sensivelmente lisa , e toda cercada de agua , como o suppõe a Escritura (1) ; e quando a palavra de Deos mandou juntar as aguas em hum lugar , então com hum Terremoto universal Deos abalára toda a Terra , e fizera sobre sahir os montes ; assim como tem mostrado a experiencia que Terremotos

(1) Gen. 1. 9. *Congregentur aque , que sub Cælo sunt in locum unum , & appareat arida.*

tos mui grandes fizerão nascer do fundo do mar alguns montes , cujos cabeços levantados fóra das aguas são hoje ilhas mui grandes. Sendo isto assim , as aguas obrigadas pela sua fluidez , correrião para os valles , ficando deste modo separada a *Terra firme* do que hoje chamamos *Mar* (1). O fundamento desta conjectura era bem patente ; porque não era crível que Deos até alli , com huma acção milagrosa , tivesse as aguas sem equilibrio , cubrindo a mesma desigualdade dos montes , e valles com huma superficie fluida e desigual : tambem não he crível que a agua pudesse cubrir os mais altos montes , ficando ao nivel com a que cubrisse os valles ; porque isso pedia huma quantidade de agua incrivelmente maior , que a que agora temos ; e não apparece motivo para crer que Deos a anniquilou , pois era hum modo de obrar mui pouco decente á Sabedoria de Deos. Já houve quem disse que a Terra tinha dentro em si grandissimas concavidades , e que Deos com esta palavra arrombára as portas dessas immensas cisternas , até então vazias ; e que , entrando as aguas a occupar esse lugar , forão abaixando em toda a superficie da Terra ; e deixando apparecer a que era mais alta , que hoje chamamos *Terra firme* , depois de occupar todas essas concavidades , só apparecêra sobre os valles mais profundos , que hoje chamamos *Mar*. Ainda

(1) Laffaro Moro lib. 2. de *Croftaceis* cap. 29.

da se pôde dizer outra cousa , que me não parece digna de desprezo. Bons Authores áquellas palavras da Sagrada Escriitura: *Poz Deos o Firmamento no meio das aguas , para dividir as aguas , que estão em cima das que ficarão em baixo* , dão a explicação que vos disse poucos dias ha : e entendem por *Firmamento* a região do Ar , que na trase das Escrituras se chama Ceo ; e por *aguas superiores* entendem as nuvens , as quaes , como hoje vos direi , não são outra cousa senão agua. Assentando nisto , pôde-se dizer que as *aguas inferiores* , nesse dia também não tinham a fôrma de agua como agora , mas fômente a fôrma de vapor grosso , ou nuvem mui espessa. Nós hoje , quando a Nevoa he mui grossa e pezada , a vemos como assentada sobre os valles ; pois assim cubrião as aguas então toda a superficie da Terra , montes e valles. Mandou o Senhor Deos que se juntassem as aguas inferiores n'um lugar , e deixassem apparecer a Terra firme ; e logo se reduzio a nevoa a agua fluida : correio para os valles , nelles se accommodou , e deixou ver os montes , e a Terra firme , que ficava mais alta. Porém julguem deste ponto os Entendidos , que eu quero expôr-vos brevemente a sentença de Mr. Buffon na sua admiravel obra da Theorica da Terra (1). Elle segue que a maior parte dos montes ,

(1) *Histoir. Natur.* Tom. I. pag. 97. quarta Edição in 12. an. 1751.

tes , que hoje conhecemos , tiverão a sua formação pelo discurso de tempo mui dilatado. Preciso me he pôr em ponto mui pequeno o seu systema ; o que he impossivel fazer , sem lhe tirar muita parte da sua belleza : mas assim he preciso.

Eug. Não sabeis quanto me affligem os apertos do tempo , em que as circumstancias nos tem posto. Mas eu vos não interromperei sem causa mui grave , para o poupar.

Theod. Em todos os montes , como tambem nos valles e planicies , se observão diversas camadas ou bancos de barro , de terra , de arêa , de saibro , de cré , de pedra , &c. e estes bancos ou camas diversas , conservão cada huma dellas a mesma grossura por todo o seu comprimento , o qual ás vezes chega a muitas leguas. Tambem se observa , que estes diversos bancos tem huma postura parallelas entre si : de sorte , que se o primeiro está horizontal , horizontaes vão todos os outros que sobre elle assentão ; se o primeiro vai inclinado , inclinados vão todos os outros , e com igual inclinação. Até nos mesmos montes de rocha viva se observão diversos bancos entre si parallelas. E já d'aqui se infere que a formação destes montes , como nós hoje os vemos , não foi por causa tumultuaria , como v. g. Terremoto ; porque não era possivel então guardar-se esta ordem e proporção entre todas as diversas camas ou bancos de que se compõem. O que se con-

fir-

firma pela confusão , que achamos no interior dos montes , que nascêrão de semelhante causa. Tambem se observa constantemente que em toda a parte , não só nos valles , mas ainda no coração dos montes e nos seus cumes , se encontrão muitas conchas e produções do mar : alguns peixes inteiros , e muitos esqueletos seus convertidos em pedras ; mas que no seu feitiço nenhum escrúpulo deixão a quem se persuade que forão algum dia habitadores das aguas. Eu tenho visto innumeraveis amejoas , brebigões , e outros mariscos convertidos em pedra , e em lugares de certão , e altos. Sei que tambem nelles se achão muitas arvores de coral petrificadas ; e isto que digo , he constante por toda a parte em que se tem cavado , e feito observações (1) ; e estes mariscos se achão ás vezes dentro dos mesmos rochedos ; e elles por dentro cheios da mesma materia que os cerca. A's vezes se achão em profundidade de 1.800 palmos (2) : outras vezes he humia quantidade tão prodigiosa , que merece toda a attenção , ainda do homem menos reflexivel : porque Mr. de Buffon (3) affirma que estes bancos semeados de mariscos se estendem muitas vezes por cem , e por duzentas leguas de comprido , que ás vezes tem de grossura 50 , ou 60 pés.

O

(1) O mesmo pag. 109.

(2) O mesmo pag. 112.

(3) O mesmo Tom. I. pag. 389.

O que de huma só vez vos obrigará a formar a idéa justa, he o que se refere na Historia da Academia (anno de 1720. pag. 5.). Em Turena 36 leguas distante do mar se acha huma mina prodigiosa destas conchas, sem mistura de outra materia, que se estende por nove leguas quadradas, e de altura se lhe conhecem mais de 27 palmos; e talvez tenha muito maior altura: que me dizeis?

Sily. Eu estou tão admirado, que ainda me he preciso forçar o entendimento a crer isso, não obstante ser huma cousa testificada na face de todo o mundo por hum corpo de sabios tão serio, e tão grave como a Academia Real de París.

Eug. E quem levou ahi tão prodigiosa multidão de conchas?

Theod. A consequencia immediata e necessaria, que d'aqui se tira, he que por esses lugares andarão as aguas do Mar.

Sily. Isso foi sem dúvida obra do Diluvio universal.

Theod. Essa he a commua opinião; porém he daquelles, que neste ponto não tem meditado com vagar: eu segui isso algum dia. Mas com evidencia se mostra que o Diluvio não podia metter as conchas, e peixes lá pelo coração dos montes, muitas vezes de mil e oitocentos palmos abaixo da superficie da Terra; e muito menos introduzillas dentro dos mesmos rochedos. Além de que, não he crível que vivessem
em

em hum mesmo tempo todos esses mariscos , cujos despojos , ou conchas se achão juntos , e fórmão 130 contos , ou milhões de braças cubicas , dando a cada braça 9 palmos , que tanto e muito mais importa a mina de Turena (1) ; e como as aguas do Diluvio só durarão sobre a face da Terra pouco mais de hum anno , não se lhe pôde attribuir este effeito.

Silv. Pois como discorreis vós ?

Theod. Discorre Mr. de Buffon de outro modo ; e quer que tenha havido grandissima mudança no Globo da Terra , de sorte que grande parte do que hoje he Terra firme , muitos annos fosse Mar ; e pelo contrario , muita parte do que hoje he habitação de peixes , fosse algum dia região de homens. Já em outro tempo este foi o discurso de muitos antigos (2) , como bem nota o *Buffon* , e docemente o cantou *Ovidio* (3). E fallando particularmente do Mar

Tom. VI.

Cc

Me-

(1) *Histor. da Academ. an. 1720. pag. 6.*

(2) *Conchulas , arenas , buccinas , calculos varie infectos frequenti solo , quibusdam etiam in montibus reperiri , certum signum maris alluvione eis coopertos locos volunt Herodotus , Plato , Strabo , Seneca , Tertollianus , Plutarchus , Ovidius & alii. Dausqui de Terra & Aqua pag. 7.*

(3) *Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus.*

Esse fretum ; vidi fastas ex equore terras ,

Et procul a pelago conchæ jacuere marinæ.

Ovid. Metamorph. l. 15.

Mediterraneo , testificação *Strabão e Diodoro* de Siciia , que antigamente não o havia , e era Terra firme. Prudentemente se crê , que alguma causa accidental , como v. g. algum violento terremoto , abriu no Estreito de Gibraltar alguma pequena passagem á agua do Oceano , muito mais alta que todo o vasto campo que hoje faz o Mediterraneo ; e tanto que as aguas tivessem huma pequena entrada , continuando a correr com impeto , era natural ir escavando , e levando comfigo tudo o que pudessem arrebatat , crescendo a força á proporção da maior entrada ; até que nos rochedos , que de huma e outra parte fórmão este estreito , achou embaraço invencivel para alargar a porta. Com effeito de huma e outra parte deste Mar se acha huma semelhança e uniformidade nos leitos , ou bancos de terra , e saibro , e pedra , &c. e a corrente das aguas no Estreito he de Poente para Nascente , totalmente contra a commua corrente das aguas , que não só entre os Tropicos , mas nas outras regiões , costuma ser de Nascente a Poente (1) ; o que bastantemente persuade que foi mais huma nova irrupção das aguas nesse quasi immenso lago , do que Mar antigo.

Sily. Está feito ; do Mediterraneo alguma probabilidade lhe acho , porque todo elle he muito mais baixo que o Oceano , pois a agua com impeto corre para elle ;

mas

(1) Varen. Geograf. ger. pag. 119.

mas a mudança , de que fallais , he mais geral.

Theod. Supposto o formar-se de novo o Mar Mediterraneo , era forçoso que toda essa immensa quantidade de agua , saltando n'outras partes , deixasse descoberta muita terra que antecedentemente cubria ; e já temos que hoje será terra firme o que muitos annos foi mar. Tambem se pôde conjecturar que algum dia fosse terra firme muita parte do terreno , que hoje está cuberto de agua ; e pelo contrario estaria cuberta de agua muita parte da Terra que hoje pizamos : e muitas causas naturalmente podião concorrer para esta mudança. Primeiramente os ventos estão continuamente mudando a corrente ás aguas em muitas partes : os que fazem nisto reflexão achão que em 24 horas muda o vento hum grande monte de arêa de huma parte para outra ; mudado o obstaculo , que retem as aguas , que admiração he mudarem ellas a corrente ? mudando-se a corrente , e fazendo impeto contra os obstaculos , que antecedentemente não soffrião força consideravel , que muito he que os venção , e arrombem ? Ora quem sabe qual he a immensa força das aguas , que tomão corrente para huma parte , não se admira que , concebendo cada vez maior movimento á proporção da maior sahida , arrombem diques , que erão capacissimos de a sustentar , em quanto estavão inteiros e unidos , e a agua não tinha ganhado impeto.

Eug. Nas grandes invernadas ás vezes admittro barrocas grandíssimas, e estragos que fazem as cheias; talvez procedidas de huma pequena fenda, que começou a dar sahida ás aguas, e tomar movimento para huma parte determinada.

Theod. Além deste modo ha outro e mui poderoso, com que os ventos podião ser causa destas mudanças. Vós, Eugenio, já sabeis por experiencia a força, que trazem as ondas agiadas, capazes de arruinar as mesmas penhas de rôcha viva. No célebre Terremoto de 55 me contou pessoa fidedigna que fora tão enormemente furioso o impeto das aguas quando o mar cresceu, que n'uma destas nossas torres pegára em toda a bateria de baixo, e enfeixára as peças de artilheria, arrumando-as á parede da fortaleza, como se fosse hum feixe de canas. Quem attender á pequena superficie de cada peça, e ao seu enormíssimo pezo, poderá formar por aqui o calculo do impeto das ondas. Demais: consta que as mesmas montanhas de rôcha viva tem por baixo leitos ou bancos de materias de arêa, e outras materias mais leves (1): que muito he logo que as aguas com o seu continuo fluxo e refluxo, com a sua corrente constante de Nascente a Poente, com o movimento que lhe dá o vento, e tempestades, fossem escavando as

rai-

(1) *Histoir. Natur. de Buffon Tom. I. pag. 115.*

raizes destas montanhas , e com o tempo furtando-lhe os alicerces , ultimamente agitados com tempestades furiosas , as arruinassem , e n'um momento se achassem com liberdade para tomarem novo curso , arrebatando os fragmentos dos arruinados montes até terem passagem franca ?

Eug. No meio do mar se encontrão rochedos dispersos , e em pequena distancia huns dos outros , que bem podião ser fragmentos de alguma arruinada montanha.

Theod. Não me falleis na força das ondas , e por tempo continuado. Quem observa a mudança , que nós experimentamos aqui em Lisboa , vendo onde chega hoje o Tejo , quando pelas Historias sabemos que chegava algum dia a S. Domingos ; ao mesmo tempo vendo os montes da *Banda d'além* talhados quasi a pique , porque as aguas forão comendo de lá o campo que de cá deixavão : quem observa as costas do mar , e vê os rochedos carcomidos , e gastados , e roídos , vê o que podem fazer as aguas com o tempo. Accresce que os grandes terremotos , que tem havido , humas vezes abatem huma grande provincia , e já as aguas tomão para essa parte hum curso , talvez contrario ao que tinhão , por ficar mais baixo esse terreno ; outras fazem surgir do fundo do mar huma nova montanha , cujo cabeçaço superior ás ondas se chama Ilha ; a arêa , que as ondas arrastão , e toda a demais materia que trazem , vai encalhan-

do ,

do, e de dia em dia vão crescendo, como nos ensina a Historia, em varios lugares. Talvez huma destas montanhas, nascendo na fóz de hum caudaloso rio, o deixa sem barra; ajuntão-se as aguas, e convertem em grandissimas lagôas as planicies. Estas aguas crescendo a huma maior altura, talvez achavão mais fraco outro sitio bem opposto; e arrombando-o, se formaria nova corrente ao estagnado rio; e deste modo veremos alagados campos até alli seccos. N'uma palavra, quem fizer observação sobre o que fazem os terremotos, ora formando Ilhas de novo, ora abatendo Cidades; o que fazem os ventos, mudando em poucas horas montanhas de arêa, que lá onde cahem, ainda que seja no meio do mar, formão hum novo monte, e embaração a antiga corrente; e onde faltão, facilitão nova entrada ás aguas: quem observar o que podem as ondas agitadas com o vento, e ultimamente o que pôde a continuação do tempo, não terá por impossivel esta grandissima mudança de Terra em Mar, e de Mar em Terra, precisissima para explicar as innumeraveis conchas, e peixes, e producções do Mar, que por toda a parte se achão até nas entranhas da Terra.

Silv. Tudo são conjecturas.

Theod. Mas conjecturas sobre hum facto constante, e innegavel, e que não pôde ter outra causa, senão as aguas do mar. A maior parte destas conchas são producções, que
não

não ha pelos rios , e se conhecem ser do Mar largo. Porem vamos a conjecturas, que mais individualmente provão , que as ditas conchas forão acamadas pelas aguas ; e de caminho vereis como as aguas do mar podião ir formando as montanhas com as camadas ou bancos paralelos , que constantemente se achão em todas. He cousa maravilhosa que , excepto nos sitios em que houve alguma perturbação , se achão as conchas deitadas todas de face , e não postas ao alto , nem em qualquer outra postura ; o que bem dá a entender que forão trazidas pelas aguas ; e como são mais pezadas que ellas , se accommodarão no fundo , como *sedimento* que deixa qualquer licor no do vaso em que estava ; e accommodando-se as conchas , livremente devião tomar a postura que hoje lhe achamos , accommodando-se de face. Mais : se o terreno, sobre que as aguas depuzerão este sedimento , era horizontal , tambem a camada ou banco de conchas havia de ficar horizontal , porém se era inclinado , havia de ficar essa camada de conchas inclinada : sempre porém com a mesma grossura ; pois não havia razão para que n'uma parte houvesse mais quantidade de conchas , que na outra. Continuando as aguas a roer nos rochedos , a cavar nas concavidades , e a trazer ora huma casta de materia , ora outra , fielmente havia de ir depositando pelo fundo de todo aquelle terreno o *sedimento* que trazião ; e assim se
for-

formava hum banco de saibro sobre o banco, ou cama de conchas; e pela mesma razão devia ficar paralelo a elle, e por todo o terreno da mesma grossura. Eis-aqui como, principiando por pouco, se formava hum grande altura, que vinha quasi a sahir sobre as aguas. Entretanto o immenso pezo fazia que humas materias fossem opprimindo as outras; e as que erão partes mui miudas de rochedos moidos e desfeitos, tornando a consolidar-se, ou por qualquer outro modo que a Natureza o soube fazer, se forão petrificando muitos desses bancos ou camas. Se juntamente com essa materia, propria para ser petrificada, ou convertida em pedra, vinhão conchas ou peixes, ou os seus esqueletos, ficavão entranhados nos rochedos, que pelo decurso do tempo endurecião, e tambem ficavão petrificados. Muitas vezes as aguas investindo contra huma costa, hião roendo toda a arêa primeiro, e lá onde hião depositar o *sedimento*, se formava hum leito de arêa; acabada a arêa, hão as ondas roendo saibro, e de saibro se formava a segunda camada lá mesmo, onde se hia depositando a materia que se furtava nas costas do mar; ultimamente as ondas achando já as penhas descarnadas, as hião gastando; e esta poeira insensivel formava com o seu sedimento terceiro leito de pedra sobre o outro de saibro, e de arêa. Deste modo ficavão as materias mais pezadas sobre leitos de ma-

te-

teria mais leve. Tambem d'aqui se tira a razão do que acho observado pelo *Vallisnerio* nos montes de *Toscana*, *Pisa*, *Genova*, *Liorne*, &c. que os mariscos de varias especies estavão encamados separados, sendo huma cama de huma casta, e outra de diversa: o que naturalmente succederia neste systema; porque, dando as ondas em alguma como mina de huns certos mariscos, os irião levando; e como cada onda faz o seu sedimento, devia deixar huma camada toda dessa especie de conchas.

Eug. Não se pôde negar que este systema he de maravilhosa invenção.

Theod. Formada assim esta eminencia, quasi sobrefahindo ás aguas, como lhes embarçava o curso, por alguma parte poderia passar mais que pelas outras; e tomando por aqui o seu curso, irião talhando, e abrindo aquella elevação, e formarião as aguas muitos regos através dessa montanha, e com o tempo profundando as aguas esses regos, podião desaffogar por ahi. Feito isto, já descião as aguas, e sobrefahirão os cabeços de outros tantos montes, ou talhadas (deixai-me explicar deste modo) de huma mesma montanha. E temos huma fileira continuada de montes, divididos entre si com os regos; porém estes com o continuo curso das aguas necessariamente se havião de ir abrindo em profundissimos valles; e quanto mais se profundavão estes, quanto mais descia a agua, e fazia sobre-

fa-

sahir mais os cabeços dos montes. Eis-aqui porque nestas fileiras dos montes , que se encontrão frequentemente em varios paizes , os que estão vizinhos tem quasi a mesma altura , e constão de semelhantes camadas em alturas correspondentes : o que he cousa bem admiravel , e persuade bastante-mente , que sendo tudo hum só montanha , cada rego , que por ella se abriu , e depois se converteo em valle , repartindo cada leito em dous , necessariamente de hum e outra parte havia de deixar leitos semelhantes nas mesmas alturas. Segue-se tambem d'aqui , que se estes regos forão tortos , como costumão ser as correntes de alguns rios , havião de formar os angulos dos montes contrapostos , quero dizer , que se da parte direita está hum monte , que cá em baixo faz bojo , ou angulo para fóra , da parte esquerda ha de haver concavidade , ou angulo , que entre para dentro. E isto he hum a cousa admiravel ; porque constantemente se observa por toda a parte , onde quer que ha muitos montes juntos , que os seus angulos são contrapostos , correspondendo o bojo de hum á concavidade de outro : o que persuade assás que alguma torrente tortuosa foi dividindo hum do outro , e formando dous do que era sómente hum. Accresce a esta conjectura hum a notavel observação. A Geografia nos ensina que os mais altos montes que ha , são nas vizinhanças do Equador : e a Fyfica nos diz que

que nessas vizinhanças são mais vehementes os movimentos das aguas, tanto pelo maior fluxo e refluxo do mar (o que hontem vos disse) como pelo continuado movimento das ondas de Nascente a Poente.

Sily. Eu confesso que acho nesse systema hum tal belleza, que encanta.

Theod. Não posso conter-me que não accrescente hum circumstancia que surprende. Observa *De Buffon* que por toda a parte se encontrão (1), ainda nas pedreiras, humas fendas a prumo, que ora parão n'algun leito, ora atravessão todos até baixo. Quando as montanhas são de materias mais molles, são as fendas mais distantes: ás vezes distão poucos pés, outras vezes distão algumas braças (2). Humas fendas tem meia pollegada, outras são mais largas; algumas tem palmo e meio, e outras com effeito são maiores. Vede agora o discurso deste grande observador da Natureza. Como estas montanhas, e esta superficie da Terra foi sedimento das aguas, necessariamente havia de ser mui molle; e seccando-se com o ar, quando ficassem livres do dominio das aguas, era forçoso que occupassem menor campo, e abrissem gretas; assim como vemos nas terras, quando aperta o Sol, que abrem gretas mui grandes; e nas madeiras verdes, que todas rachão, quando seccão: estas rachas porém, ou fendas,

(1) *Buf. Hist. Nat. Tom. I. pag. 118.*

(2) *Buffon. Hist. Nat. Tom. I. pag. 155.*

das , não podião ser senão a prumo ; porque outra qualquer direcção que tivessem , ficava hum grande pezo suspenso ; ou totalmente em vão , se as fendas fossem horizontaes ; ou em parte , se fossem obliquas , fô sendo a prumo , se conservarião , sem que o pezo contínuo dos corpos superiores fobre os inferiores as fizesse unir. Tambem se collige que estas fendas tiverão este principio , porque as suas paredes íntimas nunca são lisas , mas ásperas , e de sorte , que ás prominencias de huma face correspondem concavidades semelhantes na outra , bem como succede nas rachas da madeira ; o que affás persuade que aquellas duas partes estiverão antecedentemente unidas ; e que a fenda não procedeo de materia , que se furtasse daquelle lugar , mas de que se separarão as partes unidas. Eis-aqui em resumo o bello discurso deste grande Homem sobre a Theorica da Terra , e origem dos montes , do modo que eu o percebo. Lido nas suas obras tem outra força e energia , além do seu bello e inimitavel estilo. Porém não deixa de ter este systema difficuldades mui dignas de ponderação. Vós sobre elle discorrereis de vagar , que eu com passo ligeiro vou a descobrir-vos a origem das fontes.

§. II.

Da origem das Fontes , e dos Rios.

Silv. **E** Ste systema tanto tem de novo e espantoso ao principio , como de bello e admiravel ao depois ; e se a experiencia me não tivesse eninado que se deve suspender o juizo nas primeiras impressões , para dar ao depois sentença mais madura , promptamente subscrevêra. Vamos embora á origem das *Fontes*. Eu creio que vós seguireis que ellas procedem todas do Mar: em minha casa tenho hum livro moderno , que explica isso muito bem.

Theod. Alguns Modernos seguem isso ; porém tem contra si difficuldades insuperaveis. Primeiramente como pôde vir a agua do mar para as fontes , se o seu nascimento fica muito mais alto que o mar ? Todo o mundo vê que a agua das fontes vai sempre correndo para o mar , e não fôbe nunca , sempre desce : logo ficando-lhe o mar muito mais baixo , quem a ha de levar até o nascimento das fontes ?

Silv. A isso responde-se bellamente. Olhai , Theodosio , ainda que os montes donde rebenta a agua fiquem mais altos que a superficie do mar proxima , com tudo sempre ficão ao nivel com a superficie do mar lá ao longe. Admiro-me de que não tenhais
ad-

advertido nisto. Quando os navios se vão afastando muito, ainda quem estiver no cume dos montes os perderá de vista, por se lhe embaraçar (como vós disstes hontem) a linha da vista com a superficie do mar. Logo se se tirasse huma linha recta ao nivel por essa superficie do mar, iria ter ao cume dos montes de huma parte, e aos mastros do navio da outra. Bem se vê logo que o cume dos montes pôde ficar na mesma altura e nivel com a superficie do mar lá ao longe.

Theod. Isso só prova que podem ficar na mesma linha recta a superficie do mar, o cume dos montes, e os mastros dos navios; porém não basta isso para ficar ao nivel. Para isso he preciso que todas essas cousas fiquem na mesma sensível distancia do centro da Terra (que por esta distancia he que se mede a altura, para julgarmos se he maior ou menor). Vós agora me direis como pôde huma linha mui comprida, sendo recta, ter em todas as suas partes a mesma sensível distancia do centro da Terra. Ninguem ignora que para huma linha conservar a mesma distancia de certo ponto, deve ser curva, e fazer huma porção de circulo á roda d'elle: logo para huma linha mui comprida ficar bem ao nivel, e conservar em todas as suas partes a mesma altura, deve ser curva, como he a superficie do mar, a qual rodeia a Terra; que não obstante ser liquido, como deve ter a sua
su-

superfície ao nível , e na mesma altura , vai voltando para conservar sempre a mesma distancia do centro da Terra. Em pequenas porções , como v. g. na superfície de hum tanque , a linha do nível he sensivelmente recta ; porque a curvidade fica totalmente imperceptivel ; mas em distancias grandes , com os olhos se conhece a convexidade. Donde , amigo Silvio , não provaes que ficão os montes na mesma altura com a superfície do mar. Por esse discurso vos provaria eu que as Estrellas não ficavão mais altas que o mar , nem distavão mais do centro da Terra ; porque essa linha recta tirada ao nível tambem vai dar ás Estrellas.

Silv. Está bem : já vejo que por esse modo não podem subir as aguas do mar ; mas ainda podem vir para os cabeços dos montes por outro modo. Eu li neste mesmo livro que a agua salgada , por ser mais peizada que a doce , a podia fazer subir pelas entranhas da terra a muito maior altura que a das praias.

Theod. Essa resposta he do grande Filósofo *João Bernouille* ; mas ahí vereis que nem tudo o que dizem os homens grandes se deve crer cegamente. Ninguem duvida , que quando se equilibrão liquidos diversos , o mais pezado fica em menor altura , e isto he na razão inversa do seu pezo especifico. Mas como o pezo da agua do mar comparado com o da doce he como 103 a 100 ,

para que a agua do mar fizesse subir a agua doce por huma milha de altura , era preciso que houvesse peias entranhas do monte huma columna de agua doce de 34 milhas , e outra correspondente de agua salgada de 33 , para se equilibrarem. Ora sendo mui frequentes as fontes que tem nascimento huma milha mais alta do que o mar , ninguém dá ao mar a profundeza de 34 milhas ; porque com o Verenio na sua Geografia , o mais que lhe dão são 4 milhas (1). Mas além desta difficuldade ha outra , tambem insuperavel ; e vem a ser a differença que achamos entre a agua doce e salgada. Tem-se tentado com bastante fadiga e empenho o modo de filtrar a agua salgada , e fazella doce ; e muitos perdêrão as esperanças. O *Vallisnerio* (2) depois de a filtrar cem vezes por arêa e terra de varias castas , sempre a achava salgada : ainda filtrando-a por vasos de barro , não lhe pode tirar todo o sal : e hoje só com muito dispendio se consegue. Algum dia me deixei enganar de algumas experiencias , que me contarão ; e por isso ha annos vos disse que era cousa facil (3).

Sily. Eu não sei deïssas experiencias : sei que as fontes muitas vezes tem agua salgada , sei que nas vizinhanças do mar ha muitas fon-

(1) Lib. I. Geogr. cap. 13. prop. 6.

(2) Tom. III. Anot. 14. sobre a lição ácer, da da origem das fontes.

(3) Tom. III. Tarde XII. §. II.

fontes; e isto bem prova que a agua de lá vem, seja como for.

Theod. As fontes, que trazem agua salgada, não a trazem do mar: passam por minas de sal, e fica salgada a sua agua. Vós como Medico bem sabeis que serem humas fontes mais salutíferas, ou nocivas do que outras, procede dos mineraes por onde passam, e cujas particulas as aguas trazem consigo. Logo passando por minas de sal, ficarão bem salgadas. E outras, que rebentão junto do mar, podem ter a sua origem em lugar bem distante. Já eu vos fallei de algumas fontes de agua doce, que rebentavam no mesmo fundo do mar, rodeadas de agua salgada; e ninguem dirá, que essas fontes deixão de ter origem mui longe; o mesmo digo eu dessas, que rebentão na praia.

Silv. E que me dizeis aos pòços, que tem a mesma alternativa nas aguas que vem os nas marés, baixando nas marés baixas, e subindo nas cheias?

Theod. Já vejo que estudastes o ponto, e me agrada ver-vos ler por esses livros. Mas adverti, que eu fallo de fontes, e não de pòços. As fontes sempre costumão ter seu nascimento sobre o nivel do mar; e os pòços nem sempre: porém fallando agora dos pòços, ou elles são de agua doce, ou de agua salgada; se são de agua salgada, e tem a agua no nivel do mar, não duvidarei que delle lhe venhão as aguas, e

tenha as mesmas alterações , subindo e descendo em ambas as partes a hum tempo. Porém se os póços forem de agua doce , he certo , pelo que disse , que não pôde essa agua vir do mar : com tudo poderá subir mais alta nas marés cheias , e baixar nas vazias. Nós vemos que a agua do Tejo , ainda onde he doce , tem enchentes e vazantes ; não porque a maré cheia do mar augmente a agua doce , mas porque subindo na boca do Tejo a agua salgada a maior altura , já a agua doce que vem , de cima não pôde fahir , e vai recuando para trás ; e como a agua que de cima vem , vem vindo continuamente (pois o rio não pára) se vai enchendo o rio , e subindo a superfície da agua doce : baixando porém a agua salgada na boca do Tejo , começa a vazar-se o rio com maior impeto , e vai baixando a agua doce nas praias. Succede justamente como n'um tanque , sobre que corre hum a bica perenne , que tambem nelle sóbe a agua e desce , se humas vezes lhe destaparem o buraco por onde despeja , e outras lho taparem. O mesmo pois digo desses póços , que forçosamente terão algum defaguardouro para o mar. Quando for maré cheia , estando de fóra a agua mais alta , não deve correr para lá , ou pelo menos será com menos força , e crescerá a agua no poço , o qual d'outra parte se suppõe ter o nascimento da agua ; baixando porém o mar , ficará desemb-

ra-

Tarde trigesima quinta. 419

raçado o caminho por onde o poço vasa, e irá abaixando a agua. E sabei de caminho que, se ha póços de agua doce, que tenham essas alternativas das marés, são raríssimos (1).

Sily. Eu vejo essas difficuldades. Mas não sei como se pôde verificar o que diz a Escriitura, que todos os rios entrão no mar, e tornão ao lugar onde nascêrão (2).

Theod. Alguns querem que as aguas do mar nas concavidades da Terra se destillem como em naturaes lambiques, e percão desse modo todo o sal. Algum dia segui esta opinião; porque como havia nas entranhas da Terra grandes concavidades cheias de agua, e havia fôgos subterraneos que a fizessem evaporar, os vapores ajuntando-se na parte superior das cavernas, se convertião em agua, e podia por qualquer tenda sahir cá fóra onde rebenta a fonte. Mas hoje estou persuadido que isto he mui difficil; porque os Inglezes, bem engenhosos, e muito mais nas cousas que pertencem á Marinha, onde a utilidade accende muito o desejo de descobrir meios, que a fação menos incommoda, tem tentado muitos modos de purificar a agua do mar em lambiques, e fazella doce; e com effeito conseguirão que ao paladar ficasse boa; po-

Dd ii

rém

(1) Vallisnerio Tom. III. Anot. 38.

(2) *Omnia flumina intrant in mare, & mare non redundat: ad locum, unde exeunt flumina, revertuntur ut iterum fluant.* Eccles. cap. 1. v. 7.

rém mostrava a experiencia que nunca se despia totalmente do sal, porque fazia grandes ardores na orina, até fazer sahir misturado tambem o sangue (1); cousa que não fazem as aguas das fontes: donde se colhe que a agua, que nós bebemos das fontes, não he a agua do mar distillada. Eu bem sei que a agua das chuvas he doce e salutifera, e procede do mar, evaporando-se pelo calor do Sol, e deixando todo o sal cá em baixo: serve a região do Ar de hum vastissimo lambique, em que se purifica: não podem fazer outro tanto os lambiques de fogo, ou por ser mais pequenos, ou mais violentos: e como nas cavernas subterraneas a causa que fizesse distillar a agua, mais havia de ser semelhantes aos lambiques terrenos, do que á região do Ar; bem se infere que não podião purificar a agua do mar do modo que nós achamos as das fontes, isto he, doce ao paladar, e salutifera ao mesmo tempo. Silvio, defenganai-vos, que a verdadeira, e unica origem das fontes está nas aguas das chuvas, e neves derretidas. Logo vos direi como isso póde ser. Primeiro convem dizer os fundamentos, que quasi obrigão a crer que assim he. Nós vemos que com a longa secco todas as fontes vão diminuindo, e muitas seccão de todo; pelo contrario com chuvas copiosas costumão ou

re-

(1) Vallisnerio Anot. 14. sobre a lição da origem das fontes.

rebenotar de novo as que seccáráo , ou engrossar as que já estavão mui pobres. Este só argumento convence o ponto. Porque se do mar se sustentão as fontes immediatamente , que tem ellas com as chuvas ; porque vão enfraquecendo , se lhes faltão ? e porque acabão de todo , se continúa a secca ? porque esperão novas chuvas para rebenatarem de novo ?

Sily. Eu não duvido que as chuvas engrossem as fontes ; mas não posso persuadir-me que toda a sua agua proceda das chuvas.

Theod. E porque não ? As fontes com a falta de chuva , ou de Neves derretidas , muitas vezes seccão de todo ; e ainda as que não seccão totalmente , com tudo na diminuição das suas aguas , que cada vez são menos , dão manifestos indícios , que totalmente seccarião , se continuasse a secca. Logo não só aquellas fontes , que de todo perecem com a falta de chuvas , dellas tirão toda a agua que trazem , mas esta só se deve dizer que he a origem de todas as demais.

Sily. Quando muito isso será das fontes pequenas ; porém as fontes caudalosas , de que procedem famosos rios , he impossivel que procedão das chuvas.

Theod. Se fizermos conta á agua das chuvas , que costuma cahir sobre a Terra , acha-se agua de sobejo para sustentar os rios caudalosos , e as fontes onde elles tem principio. O que vos digo não he conjectura ,
he

he cálculo exacto , que não póde mentir.
O modo de calcular a quantidade de agua ,
que chove em cada paiz , he mui facil. To-
ma-se hum vaso ou quadrado ou cylindri-
co , mas igualmente largo em baixo e em
cima : se for de vidro , com hum diamante
se lhe fazem riscos horizontaes , ou di-
visões de pollegadas e linhas. Expõe-se o
vaso em campo livre á chuva no princi-
pio do inverno ; e tanto que acaba de cho-
ver , observa-se até que altura chegou a
agua ; o que he facil de ver , sendo o va-
so de vidro : sendo de metal , mettendo-se
hum vara graduada , se vê quantos grãos
sahem molhados , e se conhece a altura da
agua. Faz-se assento disto , e despeja-se o
vaso ; e continuando-se a mesma diligen-
cia todos os dias que chove , e assentan-
do-se os grãos , se conhece depois quanta
he a altura a que chegaria a agua no vaso ,
se toda se fosse ajuntando , sem se evapo-
rar. Advirta-se que a boca do vaso pa-
tente á chuva seja da mesma largura e fei-
tio que a sua base , e que o restante do
vaso. Muitos acautelão , e impedem de al-
gum modo a evaporação da agua , antes
que a vão medir , pondo dentro do vaso
hum repartimento quasi horizontal , com al-
guma inclinação para hum boraquinho pe-
queno. Supposto isto , como no vaso não
entra senão a agua da chuva que corres-
ponde á boca , temos fundamento para
crer que por toda a região , em que se
faz

faz a observação , subiria a agua da chuva á mesma altura , se se conservasse sobre a terra. Ora como n'uns paizes chove mais que nos outros , por isso são diversas as alturas , a que sóbe a chuva. Em *Pisa* huns annos por outros , sóbe a altura da agua da chuva a 30 pollegadas ; em *Liorne* a 35 ; em *Modena* a 47 ; em *Paris* a 18 ou 19 , e n'outras partes a diversas alturas ; e multiplicando as leguas quadradas de qualquer terreno pelas pollegadas de altura a que sóbe a agua da chuva nos vasos em que se faz a observação , se conhece facilmente a quantidade de agua , que cada anno costuma chover sobre esse paiz. Resta agora medir a quantidade de agua que no espaço de todo hum anno corre pelos rios principaes desse mesmo terreno ; e depois combinando a agua dos rios com a das chuvas , se acha que he muito mais a das chuvas.

Sily. E como podem calcular a quantidade de agua de hum rio caudaloso , como v. g. o Tejo?

Theod. Eu o digo : se o rio tem ponte , mede-se nos arcos , por onde passa a agua , só o vão que occupa a agua : depois mede-se a velocidade com que ali corre ; e tendo conhecida a velocidade , e o espaço do arco , tem-se conhecido a quantidade que corre n'um minuto ; e d'ahi se calcula para todo o anno. Advirto porém que a velocidade da agua na superficie he maior que
no

no meio, e no meio maior que no fundo; e assim deve-se tomar hum velocidade media, para se conhecer a do rio.

Eug. Temo ser importuno; porém dizei-me: Como podemos conhecer a velocidade da agua?

Theod. Deixai cahir hum bastão ou qualquer corpo ligeiro; e vendo quanto esse corpo corre em hum minuto, se conhece quanta he a velocidade da agua que comfigo o leva. Supposto tudo isto, vamos as experiencias. M. Mariote emprehendeo medir a agua que leva o *Sena* em Paris, e comparalla com a agua que ahi costuma chover; e achou que a agua da chuva excedia cito vezes a agua do *Sena*.

Silv. Com tudo, não he possivel que em Portugal chova maior quantidade de agua, do que leva sómente o Tejo, quanto mais attendendo ao Douro, e aos outros rios que temos.

Theod. Nem he possivel, nem he preciso para o caso presente; porque a agua desses rios vem de muito longe: a querer fazer o calculo justo, havemos de medir o terreno todo por onde se espalhão esses rios, e donde recebem as aguas, e ver se podem fornecer aos rios tanto cabedal como aqui trazem. Tambem deveis no Tejo fazer a conta só á agua doce, que esta he a sua, e não á salgada que he alheia e do mar. Fento assim o calculo, haviamos de ter o trabalho que todos tem, isto he, explicar que

que se faz de tanta agua que chove ; porém parte se evapora outra vez , e sóbe para si-
ma ; parte serve para nutrir as plantas e ani-
maes , parte para conservar a Terra humida ;
parte emfim vai-se insinuando pelas tendas
dos rochedos , e entrando-se pelo interior da
Terra ; e depois de passar algum tempo ,
ora maior , ora menor , lá vai sahir por hu-
ma fenda visivel : se he sobre a face da Ter-
ra , chama-se *Fonte* ; se he em concavidade
profunda , chama-se *Poço*.

Silv. E como me levais essa agua aos cabe-
ços dos montes , donde vemos rebentar mui-
tas fontes ?

Theod. Primeiramente as fontes de ordinario
não rebentão nos cumes dos montes , mas
ou nos valles , ou na descida dos montes ;
porém muitas ha , que rebentão no mais
alto delles : observa-se porém que quando
isto succede assim , algum monte mais ele-
vado fica á ilharga. Montes de arêa , ou
terra solta , não tem fontes ; só contém es-
ta agua os que são formados no interior de
diversos rochedos , que podem ter concavi-
dades , e como cisternas immensas ; e com
effeito , nós temos nas historias alguns fa-
ctos , que confirmão com evidencia este dis-
curso , e dão a entender que as altas mon-
tanhos são muitas vezes humas grandes mãis
de agua , em cujas entrannas se ajuntão ,
para continuamente sahirem pelas tendas ,
ao que chamamos fontes. Lemos que em
1678 houve huma grande inundaçãõ em
Gaf-

Gascunha , porque se desfizerão huns pedaços dos montes nos Pireneos ; e as aguas , que ahi se guardavão , se entornarão alagando e inundando os lugares para onde o seu curso as encaminhou. Outra inundação ainda muito maior aconteceu em Irlanda no anno de 1680 , porque se destez humia montanha , cujas entranhas estavam preñhes de agua (1).

Silv. Esses factos são convincentes ; e bem dão a entender que as fontes , que perennemente vemos rebentar das faldas dos montes , suppõem grandes cisternas de agua no seu interior delles.

Theod. Ora as aguas destas cisternas , depois de varios giros que os aqueductos naturaes levão , ás vezes vão por baixo dos valles fahir no cume do outro monte distante , porém mais baixo que o primeiro , em cujas entranhas se ajuntou a agua. Outras vezes vão as aguas da chuva lá por baixo do mar fahir n'uma ilha ; e apparece lá humia bella fonte de agua doce , que talvez tem a origem muitas leguas distante.

Eug. E outras vezes rebentará junto da praia , enganando-se todos os que imaginão , que a sua origem he do mar vizinho.

Theod. Bem se infere do que tenho dito , que sendo a agua do mar salgada , e salobra , e inferior á dessas fontes , não pôde ser a mesma que depois apparece nas fontes.

Silv.

(1) Buffon *Histoir. Natural.* Tom. II. pag. 366.

Silv. Essa opinião he para mim bem dura ; porém confesso que o argumento de ver as fontes seguir ora a abundancia , ora a penuria das chuvas , me obriga a concordar com vosco.

Theod. D'aqui procede que humas fontes logo depois das chuvas rebentão , outras poucos dias depois ; porque he preciso que se encha a cisterna natural na concavidade dos montes , até á altura da fenda que dá comunicação para as fontes ; e como com as seccas estão ou mais ou menos vasias , e terão abaixado dessas fendas maior ou menor altura , por isso se esperão mais ou menos dias de chuva.

Silv. Occorre-me contra isso , que me parece que as chuvas em mui pequena parte penetrarão a Terra ; porque depois de largas chuvas , cavando na terra , a poucos passos se encontra com terra secca.

Theod. Mr. de la Hire metteo hum vaso de chumbo 12 palmos debaixo da terra ; e passado tempo bastante , conheceo que não tinha lá penetrado a agua da chuva. Vedes , Silvio , que eu fortifico o vosso argumento ? Porém isso assim he , quando o terreno não tem fendas , e está a terra mui unida ; e tambem quando tem a agua da chuva facil caminho para outra parte ; porém prescindindo destas circumstancias , a agua mais aqui , mais alli , vai calando a huma profundezza incrível. Nós sabemos isto pelo testemunho dos que trabalhão nas mais profundas

fundas minas , que lá embaixo vem que penetra a agua da chuva (1). Vemos tambem que alguns póços , só profundando-os muito he que podem receber a veia das aguas da chuva , que dos terrenos vizinhos se conduzem a essa profundeza incrível. E d'aqui procede que no principio do Inverno de ordinario primeiro se restaurão os póços que tem pouca altura ; e muitos dias depois he que apparece agua nos mais profundos ; porque a agua gasta mais tempo a penetrar a essa altura maior.

Silv. Mas que dizeis vós á Escriitura , onde se diz que no principio do mundo Deos não tinha mandado a chuva sobre a Terra , mas que hum a fonte a regava : ahi temos fonte sem chuva.

Theod. Respondo que antes que Deos ajuntasse as aguas nas concavidades , a que hoje chamamos *Mar* , toda a superficie da Terra estava cuberta de agua ; e só depois desta separação he que appareceo a Terra firme , ou o que chamamos *Continente*. Esta agua era doce , pois se fez salgada pelas minas de sal e bitume que ha no fundo do mar , como n'outro tempo disse. Então necessariamente havia de ter penetrado a agua ás concavidades interiores nas entranhas dos montes , e d'ahi procedião as fontes como agora , não obstante não ter chovido.

Silv.

(1) Vallisner. Anot. 24. sobre a origem das fontes.

Silv. Está bem ; mas que dizeis aos lugares da Escriitura , que dizem que os rios sahem do mar , e entrão nelle ?

Theod. As chuvas vem do mar ; e tendo as fontes origem nas chuvas , do mar he que procedem , posto que não immediatamente. O Sol levanta os vapores , não só da terra , mas dos lagos , e do mar ; os vapores levantados formão as nuvens , que pelo vento são levadas sobre differentes sitios , e se desfazem em agua , quando os vapores se ajuntão : e eis-aqui como as fontes , e os rios procedem do mar. Nem vos pareça difficil que se levante do mar tanta copia de vapores , quanta he precisa para formar os rios que nelle desembocão ; porque *Halco* teve a paciencia de calcular a quantidade de agua que o Sol fazia subir em vapores de todo o Mediterraneo , e achou que excedia trez vezes a agua de todos os caudalosos rios que desembocão neste mar (1).

Eug. Eu só tenho hum escrupulo , e vem a ser , que algumas fontes ha , que rebentão de Verão , e seccão de Inverno.

Theod. Essas não procedem tanto das chuvas , como das neves derretidas ; porque com o calor se derretem , e fazem o mesmo que as chuvas ; e com o frio a neve se consolda , e não penetra ao interior dos montes , nem pôde fornecer as fontes.

Eug.

(1) Epist. de José Georg. de la vera edunica origine delle fontane.

Eug. Agora nenhum escrúpulo tenho.

§. III.

*Dos Terremotos , suas causas , e effeitos ,
onde se trata da elasticidade dos
vapores.*

Theod. **E**Ntremos agora com o discurso ás entranhas da Terra , para examinar a causa dos Terremotos , que tanto nos tem perturbado estes annos proximos , e ainda cada dia nos affustão.

Silv. Eu não sei como o susto , que acompanha os Terremotos , deixa lugar para as observações que alguns allegão.

Theod. Persuado-me que muitas cousas , que se testificão , são imaginações de animos aterrados , e quasi fóra de si , e depois se publicão por experiencias constantes. Em tudo he preciso que entre examine prudente. E na verdade que por este principio nunca deste terrivel effeito natural pôde haver toda a observação que ha dos outros. Mas poupando o tempo , e deixando o que nesta materia pertence aos Historiadores Naturaes , só tratarei do que pertence ao Philosopho , e indagaremos que causa pôde fazer semelhante abalo. Deixadas as opiniões de muitos antigos , que não merecem ser nem seguidas , nem impugnadas , tenho por certo que os Terremotos procedem de fer-

men-

mentação dos mineraes , particularmente enxofre. Bem sabida he a experiencia do grande Chimico *Lemeri* , que formou huma maça de limalha de ferro , e enxofre , e agua commua , que pezava 50 libras , e enterrando-a debaixo da terra , passado tempo , fermentou de modo aquella mistura , que o terreno superior tremeo , inchou , e sahio sua chamma. Pelo menos não se pôde negar o que por castigo de nossos peccados temos experimentado ha seis annos , depois de o termos lido nas Historias , que quando acontecem os Terremotos , se percebe hum fartum de enxofre fortissimo. No célebre terremoto de 55 rebentou em varias partes a Terra , lançando grande copia de huma materia negra e betuminosa , que mostrava ter grande porção de enxofre , tanto na chamma que lançava de si , accendendo-a , como no cheiro : eu tive hum pedaço nas minhas mãos , e me certifiquei disso. Aqui perto da minha casa se abrirão na estrada tres gretas da largura de hum palmo cada huma , que de parte a parte em linhas parallelas atravessavão a estrada : e me contarão que no tempo do tremor sahira grande porção de agua , que espalhava o fartum de enxofre : nos outros , que depois de varios tempos tem repetido , algumas pessoas me segurão que pouco antes tinhão percebido grande fedor de enxofre. Quem quizer ler o *Baglivio* na Historia do Terremoto de Roma de 1703 , achará que antes

tes delle se sentia hum fortissimo fedor de enxofre ; e geralmente os paizes mais sujeitos a este flagello , abundão de aguas ou minas cheias de enxofre , e betumes , facilissimos de se inflammarem. Nós no nosso Portugal temos muitas Caldas ; e o paiz bastante abundo destes mineraes , que dão ás aguas o calor , e á Terra a terrivel condição de ser sujeita aos tremores.

Eug. Lembro-me que quando vós me fallastes das aguas mineraes , ou caldas , e tractastes dos fôgos subterraneos (1), em que me contastes varios Terremotos , me dissestes que sempre ahi havia grande porção de enxofre.

Theod. Assim he : vamos agora ver praticamente como se póde formar o Terremoto. Toda a vez que alguma causa accidental fez ajuntar os mineraes inimigos , hão de fermentar ; assim como v. g. fermentão a cal com a agua fria : e fermentando-se a materia capaz disso nas cavernas da Terra , varias cousas necessariamente devem acontecer. Primeira : se a capacidade das cavernas não puder conter a materia , que se dilatou , deve tremer , em quanto não desaffoga por alguma parte , ou se apaga a materia. Segunda : huma vez acceza a materia n'uma caverna , pegará fogo pelas cavernas vizinhas , onde quer que achar materia capaz de se inflammare , ou dilatar ; e para isso basta qualquer fenda ou racha ;

e

(1) Tom. III. Tarde XI. §. VI.

e temos já que se deve communicar o terremoto a muitas leguas , em hum mesmo tempo sensivel ; como succede na inflamação da polvora , que por bem tenues rastilhos arde ao mesmo tempo sensivel em lugares mui distantes. Terceira : segue-se que não só ha de tremer o lugar superior ás cavernas que ardem , mas todos os circumvizinhos em redondo. Nós vimos em Lisboa poucos annos ha , quando pegou o fogo na ribeira em hum ou dous barris de polvora que estavão enterrados , que fizeram impressão ainda em lugares bem remotos , arrombando as portas , e abrindo as janellas que nunca se tinhão aberto. Hum homem , que dormia sobre huma das bancas da ribeira , assim mesmo foi patar ao meio do Tejo ; e perto da Sé , me contarão , que se cravárão na parede huns ferros atirados pela vehemencia da polvora. Se isto fez hum barril de polvora , levemente enterrado no chão , que farão cavidades grandissimas cheias destas materias , quando por desgraça se lhe atea fogo lá dentro ? Vemos que huma pancada forte dada no grosso de huma parede a faz tremer toda ; e quanto mais firmes e duros são os corpos , mais se communica por elles o tremor até distancias consideraveis : e como se não communicará o tremor por esta grande ossada da Terra , quero dizer , os rochedos , que travados entre si , fazem como o esqueleto do mundo material ? Eu persuado-me

que quando o tremor he de balanço , e com hum compasso igual , o devemos attribuir , não tanto á inflammação que fique inferior a nós , como á inflammação que houve n'outro lugar distante , que tremeo com maior violencia , e communicou o tremor até o sitio em que estamos. Pelo contrario , quando o tremor he de baixo para cima , e como aos saltos , devemos crer que de baixo de nós ha a inflammação que o causa. A razão disto he , porque ateando-se fogo n'alguma caverna , ha de succeder o mesmo que n'uma peça de artilheria , em que o fogo (como já vos expliquei) faz força para se dilatar para todas as partes ; por isso a parte superior da caverna ha de subir para cima por causa do impulso , e por força do pezo tornar a descer para baixo ; e como continúa a inflammação , torna a ser impellida para cima , e assim vai tremendo em quanto dura a inflammação , a qual á proporção que abranda ou cresce mais , atira com o tecto dessa caverna com mais ou menos força. Ao mesmo tempo as paredes da caverna serão impellidas para os lados ; e como não se podem mover sem impellir todo o terreno , que em redondo as sustenta da parte de fóra , todo esse terreno tremerá ; mas ha de ser movendo-se para as ilhargas , porque nessa direcção he que recebem o primeiro impulso.

Eug. Eu acho que esse tremor para as ilhargas não he tão perigoso.

Theod.

Theod. E discorreis bem ; só tem o perigo da ruina das paredes ; porém he moralmente impossivel a subversão , pois he signal que a inflammção lhe fica á ilharga.

Sily. Só tenho contra isso que no célebre Terremoto de 55 o tremor foi de todos os modos ; e temos testemunhas authenticas de que humas vezes o balanço era de Norte a Sul : e eu vi hum fogacho da Torre das Necessidades , que ficou inclinado nessa direcção. Mas tambem era de Nascente a Poente ; e hum meu amigo , que ficou pendente n'uma altissima parede , já de todos os lados desamparada , via que com elle violentissimamente se movia para os lados ; e observei a parede que quasi vai de Norte a Sul.

Theod. Nesse terremoto , que em Lisboa foi violentissimo , creio eu que a inflammção não foi em humra caverna sómente , mas que o fogo se ateou , e communicou de humas a outras no mesmo tempo sensivel ; por isso havia de haver tremor debaixo para cima , e de balanço : quando fosse o balanço nascido de caverna que ficasse ao Norte ou Sul , havia de ser o balanço nessa direcção ; e quando fosse procedido de caverna que ficasse ou a Nascente ou a Poente , havia de ter direcção contraria.

Eug. Em Matra vi eu n'um jardim varias Estatuas de marmore , que sobre as proprias bases se tinham virado para os lados ; e no frontespicio da Igreja de Matosinhos

vi que o braço da Cruz sendo de pedra se tinha voltado no Terremoto do ultimo de Março de 61, de sorte, que não ficava como antes á face da Igreja. Tenho meditado nisto, e não sei como podia ser o balanço para se fazer este movimento.

Theod. Quanto a mim não podia haver esse movimento sem haver juntamente inflamação em duas partes, huma que ficasse ao Norte v. g. outra ao Poente; com o balanço da primeira a Estatua levantava parte da base que olhava para o Norte, e tomava esse balanço; entretanto vinha o impulso da parte do Poente: e como alguma parte da base havia de andar no ar, tomava segundo balanço para o Nascente. Mas como a Estatua balanceando nunca podia ter levantada no ar toda a base, pois sempre se havia de firmar n'alguma esquina della, por isso o balanço para Nascente só se podia communicar a huma parte da base, e não a toda: bem vedes agora que, movendo-se para Nascente só parte da base das Estatuas, ficavão voltadas para essa parte ou mais ou menos, conforme durassem mais tempo os dous balanços diversos. Deste mesmo modo as alampadas dos Templos podem tomar hum balanço em linha circular, como muitas vezes acontece.

Sily. Esse he hum indício bem manifesto da direcção que tinha o balanço; porque continuão a mover-se muito tempo, ainda depois de acabar o tremor.

Eug.

Eug. E de que procede aquelle horroroso bramido subterraneo, que sentimos ou antes immediatamente, ou no mesmo tempo do tremor?

Theod. Em toda a inflamação deve de haver calor grande, e grande dilatação das materias, que forem capazes disso. O ar já sabeis que admite grandissima rarefacção; a agua tambem se dilata incrivelmente, quando se resolve em vapor; e sendo grande a força, com que se dilata o ar, muito maior he o impeto com que pertende dilatar-se o vapor quente. Esquecco-me, quando tratei da Agua, o tratar da enorme força do vapor: mas agora, que he preciso, vo-la direi de passagem. Huma pinga de agua, resolvendo-se em vapor, occupa hum espaço pelo menos 14 mil vezes maior que occupava (1) antes.

Silv. Impaciento-me quando ouço humas certas medidas, que se não podem examinar.

Theod. Eu vos digo como as tomo: não fiqueis com esse escrúpulo. Sabendo eu geometricamente, ou praticamente quanta agua me cabe n'uma boteiha de vidro delgada, lhe lanço dentro humas poucas gotas; ponho-a sobre o lume até seccar a agua; como a garrafa he destas de vinho de Florença, soffre o fogo, e ao ponto de se seccar a agua, volto a de repente, e mergulho a boca da boteiha em agua: sôbe logo com impeto a encher a botelha, cuja boca está

a

(1) Gravesand. num. 2127.

a prumo para baixo : tapo-a então com o dedo ; e ás vezes lá fica huma pequena bolha de ar , outras vezes não. O impeto , com que sóbe a agua he tal , que já me aconteceu quebrar a garrafa. Vamos á explicação : a pinga de agua resolvendo-se em vapor occupou toda a garrafa ; e se a não occupou toda , só o ar poderia occupar o resto ; como porém eu voltei a bocca da garrafa dentro da agua , a porção de ar que dentro della houvesse havia de vir para cima , procurando o fundo da garrafa então voltado para cima ; deste modo ficamos bem certos que só a bolha de ar , que ahi apparece , he a quantidade de ar que havia dentro da garrafa quando eu a voltei : todo o mais espaço occupou o vapor da agua , o qual esfriando perde a elasticidade , e deixa entrar a agua , e unindo-se com ella , fica em fórma de agua outra vez. Medimos agora o espaço que occupavão essas poucas gotas , e o espaço que occupava o vapor da agua , e achamos que he 14 mil vezes maior.

Silv. Estou satisfeito : continuai o que dizeis.

Theod. Accrescentemos agora , que o impeto que faz o vapor quente para se dilatar , he muito maior que o da polvora. Musckembrock (1) traz experiencias sobre este ponto decisivas. Eu já fiz hum foguete car-

(1) Commentar. sobre as experiencias da Academia del *Cimento* Part. II. pag. 61.

carregado com agua , que posto n'uma roda como as de fogo , a fazia girar com incrível rapidez : e toda a força nascia do vapor da agua.

Eug. Dizei-me como he esse foguete.

Theod. Tomai hum canudo de metal forte , e bem soldado por toda a parte , que só tenha n'um dos topos hum buraquinho , que lhe caiba hum grão de trigo , ponde a roda horizontal , e ligeira no eixo , atai-lhe o canudo na circumferencia em postura horizontal , lançai-lhe dentro a quarta parte de agua , tapai-lhe o buraco com huma rolha de pão não muito apertada , e ponde debaixo do foguete huma véla acceza para fazer ferver a agua dentro , e retitai-vos hum pouco. Passado tempo , o vapor da agua atirará fóra com a rolha , e á maneira dos foguetes de polvora , fará girar a roda com grande força para a parte contraria , fazendo bulha o vapor que vai sahindo do foguete. Alguns põem o foguete n'uma carreta de metal mui ligeira , e ao botar fóra a rolha , corre com grande violencia. Eu já não uso deste modo de experiencia ; porque era tal o impeto , com que me corria a carreta , que marrava pelas paredes , e tudo se amassava com risco de se fazer em pedaços. Advirto que o foguete póde ter o feitio que quizerem ; eu tenho hum de cobre do feitio de huma pera : advirto tambem que , se passado muito tempo , a rolha não sair , então a podeis tirar , não se-

segurando nunca no foguete , que partirá nelle momento como huma setta : ultimamente que deveis atar bem o foguete á roda. Perdoe-se a digressão ; mas era precisa.

Silv. Sendo precisa , não se deve chamar digressão.

Theod. Eis-aqui pois huma das causas do susurro subterraneo , que ha nos Terremotos ; e talvez que seja tambem esta a causa do tremor. Nós nas cavernas da Terra temos agua , temos fermentação dos mineraes capaz de a resolver em vapor ; e este vapor quente faz huma horrenda força a dilatar-se , e por todas quantas fendas tiverem essas cavernas , sahirá o ar , e vapor quente com grandissima bulha , assim como sahe com grande bulha do foguete que disse. O vento entrando pelas gretas de huma porta , bem vedes a bulha que faz : considerai agora nas cavernas da terra o ar , e o vapor , por causa das proximas inflammções torcejando a dilatar-se , e vede que bulha não farão ao sahir pelas gretas das rochas. No Terremoto de Roma de 703 conta Baglivo (1) que 24 horas antes se seccarão algumas fontes , e que em lugar de agua sahia o ar assubiando. Isto mesmo , sendo debaixo da Terra , he o susurro que nós sentimos. E não duvido que , a não ter o vapor sahida prompta , seja capacissimo de fazer tremer todo o terreno , até se desaffogar

(1) Pag. 352.

gar por alguma parte ; pois , como disse , tem muito maior força que a mesma polvora.

Eug. E como explicaes vós o seccarem algumas fontes , ou o rebentarem outras de novo ?

Theod. Com o violento tremor da Terra , assim como rachão as paredes e rochedos , tambem podem rachar os aqueductos subterraneos e naturaes , por onde passa a agua antes de sahir á face da terra para formar as fontes. Já vos disse que a agua , que aqui sahe n'uma fonte , póde ter corrido muitas leguas por baixo da Terra , até cá apparecer. Supponhamos agora que racharão estes aqueductos naturaes , e eis-ahi a fonte perdida , estravando-se a agua antes de chegar cá fóra. Mas se aqui faltar a agua , lá ha de ir sahir n'outra parte ; e ahi tendes hum fonte nascida de novo. Poderá tambem acontecer que a fenda , que abriu o aqueducto , dê passagem para algum vão , que não tenha outra sahida ; e sendo assim , tanto que esse vão se encher de agua , tornará a correr pelo antigo aqueducto , e deste modo faltando a fonte alguns dias , tornará a apparecer ; e disto podiamos allegar exemplos bastantes no Terremoto de 55. Do mesmo modo se póde explicar correr a agua turva ; porque não he de admirar que , perturbados os aqueductos naturaes , se enchessem de terra , ou enxofre , ou outra qualquer materia.

Silv.

Silv. O que eu desejava saber , era o modo com que o Terremoto perturbou o mar muito tempo depois de ter passado o tremor. Nós vimos em Lisboa naquella terrivel , e sempre memoravel dia de Todos os Santos , que a tres tremores mui grandes que houve se seguirão tres inundações do mar. Vimos que no Terremoto do ultimo de Março de 61 tambem se seguiu sua alteração do mar. Dizei-me o vóllo pensamento sobre esta materia.

Theod. Dil-lo-hei , ficando nos limites de pura conjectura. Havendo grande inflammação nas cavernas subterraneas , ou grande fermentação dos mineraes , ainda que não cheguem a inflammarse , já se vê que ha de haver hum grande dilatação de materia , seja o ar , seja o vapor , seja o fogo , seja o que for ; e aquella mesma força , que faz saltar a terra , e tão enormes estragos como vemos , naturalmente ha de levantar todo o terreno , que serve como de tampa a essas cavernas : este movimento , com que todo o terreno superior se levanta para cima , não póde ser percebido de nós ; assim como o não he dos que estão n'um navio o movimento com que elle fôbe , e desce estando o mar cavado. Em quanto durar a inflammação , e dilatação da materia acceza , está a terra como inchada , intumescida , e fofa ; mas serenando a inflammação , vai outra vez assentando no seu antigo lugar. Isto , quanto a mim , nada tem de inverosim-

fimil. Isto supposto, necessariamente ha de haver o balanço nas aguas do mar. Se o terreno no tempo do tremor se levantar 20 palmos, o mar fugirá tanto, quanto he preciso para descer vinte palmos; e onde for mui espraído, esta altura importa muito grande distancia: além disso, as aguas em concebendo hum movimento, vão muito além do que devem ir por conta do equilibrio, e ainda fugirão muito mais do que era preciso fugir, para se conservarem a nivel; porém descendo o terreno para o seu assento, tornaráo as aguas a buscar o seu antigo lugar; e com segundo balanço não só occuparáo o lugar antigo, mas (á maneira de pendulo que cahe, e por causa do impulso sóbe a outra tanta altura) devem subir outro tanto, quanto descêráo, e entrar pela terra dentro tanto, quanto recuarão e fugirão das praias; e pela mesma causa dos pendulos, devem continuar nestas inundações e balanços, sendo cada vez menores, até se aquietarem. Temos huma comparação bem ordinaria: se estando hum alguidar com agua, o levantarmos alguns dedos por hum lado, a agua ganhará balanço, e fugirá da borda que se levantou; mas em se assentando o alguidar, no segundo balanço a agua não só chegará ao lugar antigo, mas passará muito avante, e trasbordará por fóra. Assim confidero eu o Mar, como hum tanque immenso de agua; que muito he logo que, levantando-se o
ter.

terreno sobre as cavernas que ardem , e tornando ao seu assento , as aguas ganhem balanço , ora fugindo , ora inundando , até se accommodarem ?

Silv. E que me dizeis ao intervallo entre o tremor , e a inundação ?

Theod. Tanto maior ha de ser o intervallo , quanto maior for a inundação ; porque o intervallo he o tempo preciso para as aguas irem e virem : quando o tremor foi mui grande , e se levantou o terreno a grande altura , as aguas devião recuar muito , e tomar hum movimento mui forte para a parte contraria ; e em quanto este movimento se não extingue , não principia o balanço para cá ; e neste devem gastar as aguas outro tanto tempo.

Silv. E que direcção devem tomar as aguas no balanço ?

Theod. Devem ir da parte que mais subir para a que subir menos ; e nesta mesma direcção , mas encontrada , deve vir a inundação ; porém quando a agua entra por algum porto , deve tomar a direcção que o porto lhe der. Por isso no Terremoto de 55 se vio vir lá fóra da barra huma Montanha de agua , que podia affustar ao animo mais contante , e n'um momento as praias se virão todas alagadas ; porque subio o nosso terreno mais que o fronteiro da parte do Poente : mas cá dentro do rio tomou a inundação da agua a direcção que lhe derão as praias , e enseadas. Mas observou-se
que

que em todas o mar fugio , e em todas cresceo ; e que onde era mais espraído , foi maior a retirada , e mais avante chegou a inundaçáo das aguas (1). Isto he o que entendo nesta materia. Quem se não agradar deste discurso , não o abraçe , que me não faz injúria : cada qual figa o que melhor lhe parecer.

Eug. A mim parece-me mui natural ; porém Slvio ha de dizer que isto he paixão. Dizei-me : E poderemos ter alguns indícios antes dos Terremotos , ou no ar , ou nas nuvens , pelos quaes nos acautelemos ?

Theod. Nenhum acho , que mereça fêria attenção ; e o que me defenganou de todo a perder o credito de alguns Authores , que os dão , foi conhecer por experiencia que temos tido terremotos com toda a casta de tempos. O Terremoto do ultimo de Março de 61 foi geral em todo Portugal ; e n'umas partes estava o tempo sereno , n'outras houve vento grande , n'outras chuva , n'outras trovoadas. Pelo que assento , que não merecem

(1) Confirma isto o que me disse em Baiona de França Mr. *Colong* Capitão de Navios , que estando na *Martinica* , ou alguma das *Antilhas* , observára nesse dia que a agua subira em todas as ilhas só nas faces que olhavam para a Europa , e por modo nenhum na face occidental : ainda que a face occidental de humas ficasse mais perto que a oriental de outras ; e a razão era o balanço da agua , que hia da Europa , e só achava resistencia na face das ilhas que olhavam para a Europa.

cem attenção nenhuma as escripturas ob-
servações de muitos. Mas deixemos já esta
materia , que para nós he melancolica. Su-
bamos hum pouco para cima.

§. IV.

Dos Vapores , e Nuvens.

Silv. **E** Aonde quereis ir dar connosco?
Theod. Visitar a região das Nuvens , sem
perigo de sermos precipitados. Todo este
globo da Terra (que he hum collectão de
sólidos e fluidos de innumeraveis especies)
está continuamente exhalando de si vapores ;
não só por causa da fermentação , que huns
fazem com outros , mas tambem por causa
do Sol , por causa da corrupção , &c. Don-
de se pôde inferir que os vapores , que so-
bem da Terra e se diffundem pelo ar , são
de diversísimas especies ; porém todos el-
les sobem para cima ; e isto não pôde ser
senão por serem mais leves que o ar.
Quando tratei do pezo dos liquidos , e do
ar , vos disse o que basta para saberdes co-
mo sobem os vapores , sendo em si peza-
dos. Alguns lembravão-se que podião subir
attrahidos pelo Sol ; porém não advertirão
que ao Sol posto , estando o Sol no Hori-
zonte , os vapores sobem a prumo para ci-
ma , devendo ir então para a ilharga , se
a attracção do Sol fosse a causa delles su-
birem.

Silv.

Silv. Supposto o que dissestes , não se póde duvidar que subão por serem mais leves que o ar ; e creio que por isso vão subindo até certa altura , parando huns mais abaixo , e outros mais affima , porque hão de subir até se equilibrarem com o ar ; e como o ar quanto mais para cima , mais leve he ; tambem os vapores , que forem mais leves , hão de subir mais affima , e os mais pezados ficarão mais em baixo.

Theod. A difficuldade , amigo Silvio , está em explicar como sendo os vapores partes de agua e materias pezadas , se podem fazer mais leves que o ar. Direi em poucas palavras o que tenho lido , que mais verisimilhança tenha. Dizem que os vapores da agua são humas bolhas minimas , ocas por dentro , como as bolhas da espuma : assim o mostra a experiencia ; se mettermos hum raio do Sol n'uma casa escura , e pondo debaixo hum vaso de agua quente , observarmos com o Microscopio o vapor que atravessa o raio do Sol , porque claramente se vem as bolhas de agua ir voando pelo ar (1). Além disso , se estas particulas da agua não tiverem esta figura , he impossivel que possão ficar mais leves que o ar , e do mesmo modo que as bolhas de sabão são particulas de agua , que levão consigo particulas de outras materias , que lhes dão a viscosidade que ellas tem ; assim devemos julgar das

par-

(1) Derham Dem. da Essenc. e attributos de Deos lib. 2. cap. 4. Anot. 2.

partículas do vapor: e já temos como , ainda das materias mais pezadas , podem muitas partículas ser levantadas até ás nuvens.

Eug. E essas bolhas de agua , que formão os vapores , estão vazias , ou de que materia estão cheias?

Theod. Este he o trabalho : dizer que estão vazias , não pôde ser ; porque então a força da compressão do ar externo as opprimiria , e desfaria : logo estão cheias. Mas de que materia ? ar não pôde ser , porque então não ficava essa bolha mais leve que o ar : pois huma bolha formada de agua e ar , não pôde ser mais leve que outra igual só de ar ; e nós vemos que as partículas de vapor são mais leves que as do ar.

Sily. Será o ar mais rarefeito.

Theod. E quem o prohibe a que torne á sua condensação natural , estando de toda a parte rodeado de ar , que péza?

Sily. Estarão cheias de materia subtil.

Theod. Se he a que admittem todos , e que traspassa todos os corpos , como pôde conservar cheia essa bolha de vapor , e resistir a que com a força exterior do ar que a comprime se não desfaça ? Nós vemos que huma bexiga furada não sustenta o ar dentro , se com a mão a opprimimos : logo dando todos os corpos passagem franca a essa materia subtil , como podem conservar-se as bolhas de vapor , não tendo dentro de si outra cousa , e estando em redondo opprimidas do pezo do ar?

Sily.

Silv. O caso he mais difficil do que eu cuidava.

Theod. Pouco ha que vos disse (1) a incrível força elastica do vapor quente , muito maior que a do ar , e que a da polvora. D'aqui se infere que *ha hum fluido summamente elastico* , que não he ar , nem a materia subtil dos Gasendianos , a qual penetra todos os corpos. Esta consequencia he innegavel , supposto o que fica dito : e como esta materia elastica não tem ainda nome proprio , nós a nomeamos com o nome geral de *Fluido elastico*. Muitas experiencias , que traz o Gravefande (2) convencem a existencia deste fluido ; e eis-aqui a materia que , quanto a mim , pôde encher as bolhas do vapor , e de tal tórma dilatallas , que fique esse volume mais leve , que igual volume de agua.

Silv. Muito mais leve ha de ser que o ar esse *Fluido elastico* ; porém isso não admira tanto , como a sua grande elasticidade.

Theod. Quando fallarmos dos ventos , vereis o para que Deos lhes deo essa virtude. Fallemos agora das Nuvens ; porém já vedes que as nuvens não são outra cousa mais que os vapores. O mesmo vapor , em quanto he tão grosso que apenas se pôde levantar da Terra , chama-se nevoa , e nos não deixa ver os objectos que estão muito pouco distantes ; chega porém o Sol , e

Tom. VI.

Ff

vai-o

(1) Pag. 438.

(2) Elem. Mat. num. 2118.

vai-o fazendo mais leve , porque rarefaz as particulas de vapor , e sóbe mais ; se o vento o dissipa , fica invisível ; mas se se vai ajuntando , he huma nuvem , que nos tira a vista do Sol.

Eug. Já eu fazendo jornada por montes mui altos , ás vezes via cá debaixo que as nuvens embaraçavão os cumes dos montes ; mas caminhando para cima me achava com huma nevoa , semelhante a esta que achamos ás vezes pela manhã nos valles.

Theod. Nós dentro da nuvem ou nevoa ainda vemos alguns objectos mui proximos ; mas fóra della , não podemos ver os objectos que nos ficão da outra parte ; por isso levantadas no ar nos parecem mais espigas , do que a nevoa , sendo na realidade mais raras. No que toca ás suas cores , haveis de saber que nascem da diversa posição em que recebem , e reflectem os raios do Sol ; e tambem procedem das particulas que levão consigo os vapores ; que por isso humas nuvens dão de si chuvas , outras ventos , outras trovoadas : expliquemos cada huma destas cousas separadamente.

§. V.

*Das Chuvas , Ventos , Relampagos ,
Trovões , e Raios.*

Eug. **R** Ogo-vos não vos apresseis ; porque não se me dá que se prolongue esta ultima conferencia até mui tarde.

Theod. Não faltarei ao preciso. A chuva não he outra coisa , senão as particulas do vapor desfeitas , e juntas humas com outras. Vedes vós como a espuma de sabão desfazendo-se faz hum fluido , ao mesmo tempo que a espuma tinha sua consistencia ? pois assim são as particulas de vapor : em quanto se conservão na fórma de bolhas , tem sua tal ou qual consistencia ; mas se se ajuntão humas com outras e desfazem , fórmão huma pinga de agua fluida , e cahe para baixo ; e muitas destas pingas cahindo a hum tempo , he que tem o nome de *chuva*. Cada huma destas pingas cahindo pelo ar , traz consigo as particulas de vapor que encontra ; e d'aqui seguem-se duas cousas bem dignas de se advertirem. A primeira he , que de verão , como as nuvens andão mais altas , quando a pinga de agua vem cahindo encontra mais particulas de vapor , e chega abaixo mais encorpada ; por isso são as pingas muito maiores regularmente fallando , que de inverno. A segunda he ,

Ef ii

que ,

que , depois de chover , se levanta o tempo , fica o ar muito mais claro , porque ficou lavado e sem tantos vapores ; e por isso os dias claros de inverno são muito mais alegres que os de verão.

Eug. Eu creio que os vapores subindo se convertem em chuva , do mesmo modo que na tampa de huma tigela , o vapor do caldo que vem subindo , se fórma em pequenas gottas , as quaes se vem na parte interior da tampa , quando a descobrimos.

Theod. Dizeis bem ; e he esse exemplo bem vulgar , e bem claro. Vamos agora a explicar a chuva de pedra e de neve. Se o frio he tão forte , que quando as pingas de agua vem cahindo as congela , chove pedra , que não he outra cousa senão agua congelada ; porém se o frio congela os vapores antes de se formarem em gottas grandes de agua , temos flocos de neve , que não he outra cousa senão o vapor congelado. Nem he preciso que o frio seja cá junto á Terra , basta que seja naquella altura em que está o vapor , ou em que vem as pingas de agua , que se hão de congelar. Aqui pouco mais ha que se saiba ; vamos agora aos ventos , que merecem mais attenção. A sua multiplicidade , e nomes pertencem aos Pilotos. Basta-nos a nós o saber que se contão 32. Os principaes são 4 , *Norte* , e *Sul* , *Este* , a que tambem se chama *Léste* , e *Ouéste*. O intervallo , que ha entre estes qua-

quatro pontos do Horizonte, se divide pelo meio, e dá outros 4 pontos, lugar de outros tantos ventos, que são *Nordéste*, *Sudéste*, *Sudouéste*, e *Norouéste*, formando os nomes dos dous ventos principaes entre que ficão; v. g. *Nord-Este* he o que fica entre o *Norte*, e *Este*. Assim mesmo dividindo estes 8 intervallos ao meio, se fórma o lugar para outros 8 ventos, que tomão o nome dos dous, entre que ficão; sendo primeiro no nome o mais principal; v. g. *Nord-nordéste* he o que fica entre o *Norte*, e o *Nordéste*. Deste mesmo modo dividem estes 16 intervallos, e formão outros 16 ventos; e chamão-lhes *quartos*. E assim o que fica entre o *Norte*, e o *Nord-nordéste* chamão-lhe *Nort-quarto ao Nord-nordéste*; e assim dos mais. Isto pouco vos importa. Agora o que mais vos interessa he dar a causa dos ventos. Já sabeis que vento he huma agitação do ar; e d'aqui se infere que, tudo o que pôde agitar o ar e pollo em movimento, pôde causar os ventos.

Eug. Sendo assim muitas causas tem os ventos.

Theod. Dizeis bem; eu as vou apontando. Primeiramente o Sol he a causa daquelle vento *Léste*, que sempre ha na Zona Torrida. A razão he; porque o Sol rarefaz com o calor o ar que lhe fica a prumo; e como continuamente se move para Poente, este mesmo ar, que ha pouco estava mui

ra-

rarfeito, agora se acha mais frio, e occupa menos campo: por tanto deve vir do Nascente o ar vizinho a estender-se pelo espaço que este deixa condensando-se; e como o Sol continúa a mover-se sempre para Poente, também o ar o vai acompanhando. Os Copernicanos dizem que procede este vento da Terra se revolver em 24 horas sobre o seu eixo para o Nascente; e por isso a mesma porção de ar deve successivamente ir passando por varias regiões; assim como, quando hum barco vai para o Nascente, a agua corre ao longo da embarcação para o Poente.

Silv. Se fosse verdadeiro o fundamento, eu de boa vontade admittiria o discurso.

Theod. Também pôde o Sol excitar os ventos derretendo as neves, ou fazendo resolver os vapores. Já sabeis (1) a grande força dos vapores quando se resolvem; logo se o Sol resolver os vapores, ou seja derretendo as neves, ou fazendo evaporar a agua, ou aquecendo os mesmos vapores que nadão no ar, já temos vento. Eis-aqui porque de verão reinão os ventos Nortes; porque, chegando-se o Sol para esse pólo, pôde resolver muitas neves em vapores e excitar ventos: d'aqui nasce que de ordinario pela madrugada ha hum viração fresca do Nascente, e á tarde do Poente; porque o Sol avizinhandose mais a hum lado que á outro, excita os vapores.

(1) Pag. 438.

pores que nella estão , e os resolve , e agita o ar.

Silv. A Lua tenho eu observado que tem particular connexão com os ventos ; porque muitas vizes parão ao pôr da Lua , outras vezes então começam.

Theod. Isso mesmo se observa no Sol ; e ha grande diversidade nisso em diversos paizes , que tenho andado. Porém dir-vos-hei o como isso pôde ser. Já vos tenho dito como o Sol e a Lua causão movimentos nas aguas , fazendo as marés ; e parece-me que quem pôde mover as aguas , pôde mover o ar , pela mesma razão. Advirto porém que a mesma attracção do Sol ou Lua , que , estando o ar quieto , o faria mover para o Poente v. g. , se elle estiver movido para o Nascente , o retardará hum pouco , e servirá a attracção do Astro para ferendar o vento que havia para a parte contraria ; quando porém se ajuntar a attracção de qualquer destes Astros com outra causa de vento , farão hum vento forte. Porém os ventos rijos , e como de tempestades , havemos de crer que procedem da dilatação dos vapores ou nas concavidades da terra , ou nas nuvens. Quanto ás cavernas da Terra , refere Musckembrock e outros , que de algumas sahe vento tão forte , que , lançando-lhe os vestidos , ou corpos semelhantes , não podem descer ; antes o vento os impelle para fóra : e com effeito havendo nas concavidades da terra
agua ,

Est. 5.
fig. 4.

agua , que com o fogo subterraneo , ou qualquer fermentação se resolva em vapores , sahindo estes com violencia pelas gre-tas da Terra , torçosamente devem excitar vento. Nós temos huma Máquina , que cha-mão *Eolipila* , que imita bem hum fortissi-mo vento , e prova este discurso. Eu vo-la mostro , e faço experiencia diante de vós , que de industria a tinha mandado prepa-rar e pôr prompta (*Estamp. 5. fig. 4.*). Ahi tendes huma *Eolipila* sobre o leu fogareiro de brazas ; logo vereis hum vento fortissi-mo , como de muitos sóles de ferreiro , se juntos soprassem a hum tempo. Entretanto vos direi a fabrica que tem , que não he mais que a que se vê. A bocca , que fica no bico , deve ser mui estreita ; e o mo-do de se lhe lançar agua dentro he digno de se saber. Mandeí pôr a *Eolipila* vazia sobre o lume , o ar interior rarefeito havia de sair em grande parte : mandei que su-bitamente a mettelsem toda dentro da agua fria : condensado com o frio o ar interior , se devia reduzir a muito menor espaço ; e por causa do pezo do ar externo , que opprimia a agua , havia de ver-se obrigada a entrar pela bocca da *Eolipila* , occupando deste modo o campo que deixára o ar in-terno , quando se reduzia á densidade ordi-naria.

Eug. Eis-ahi sopra já o vento.

Silv. E cada vez he mais forte.

Theod. Eu digo a razão. Aquecendo a agua
in-

interior , resolve-se em vapor ; o vapor quente sahe com força ; e como o bico he recurvado , cahe o sopro nas brazas , e faz o mesmo que os folles de ferreiro. Aparai na mão o sopro , e vereis que fica orvalhada com borritos de agua.

Eug. Assim he : quem havia de dizer que esta agua havia de accender as brazas com tanta actividade !

Theod. Logo se n'uma caverna da Terra houvesse agua , e fosse obrigada a resolver-se em vapor , e sahir pelas fendas com impeto ,ahi tinhamos vento fortissimo.

Sily. Não o podemos negar. Estou pasmado vendo a furia do vento , que sahe da Eolipila.

Theod. Vamos agora ao vento , que se gera nas nuvens , e he mui ordinario. Duas exhalações , que separadamente são mui quietas (deixai-me fallar assim) se chegão a misturar-se , muitas vezes são de tal natureza , que fermentão , fazem grande bulha , e as particulas proporcionadas se resolvem em vapor : este vapor resolvendo-se com força , perturba o equilibrio do ar , e move-se com impeto todo o ar ; assim como n'um tanque de agua , se a perturbamos n'uma parte , começa a desinquietar-se com ondas , e fica mui perturbada : assim succede no ar. Eis-aqui de que procedem pela maior parte os ventos de rajadas , que não tem constancia , porque depende das fermentações que nas nuvens se estão formando.

mando a cada passo. E aqui tendes a origem também das trovoadas. Eu nas trovoadas distingo tres cousas, que quero explicar separadamente ; que vem a ser , Relampago , Trovão , e Raio : tudo procede de fermentação , que fazem as exalações humas com outras. Vós não podeis negar que esta terra , e todos quantos corpos nella ha , estão continuamente exhalando particulas da propria substancia , as quaes se espalhão pelo ar ; de sorte , que não haverá em toda a Terra corpo algum , cujas particulas , em maior ou menor quantidade , as não tenhamos no ar. E quando se ajuntarem exalações inimigas , quem pôde prohibir a que fermentem e se accendão ? Por isso de Verão ha mais trovoadas , que de Inverno ; porque com o maior calor os corpos solidos se seccão mais , e exhalão mais particulas : eis-aqui porque as nuvens mui escuras , e particularmente se he depois de grandes calmas , dão de si trovoadas. Isto posto : o Relampago , que he humma luz subita , que se accende nas nuvens , como a que cá embaixo se accende na polvora solta , fórma-se de vapores pela maior parte de enxofre. O cheiro de enxofre , que se diffunde pelo ar no tempo das trovoadas , affás o prova ; e também o sabermos que não ha materia de mais facil inflammacão , do que o enxofre : nem a polvora se inflamma senão por causa do enxofre que leva. Agora o estampido procede do salitre ;

tre ; e eis-aqui porque não haverão Trovões , se as nuvens entre outras exhalações não tiverem algumas de salitre , ou materia semelhante , que pessa mui prompta dilatação , quando se inflammam.

Silv. Mas a polvora ainda que leve salitre , senão está apertada , não dá estouro ; e eu não vejo como nas nuvens possão estar opprimidas essas particulas de salitre.

Theod. He verdade o que dizeis ; porém muitas cousas ha que inflammando-se , ainda que não estejam apertadas , dão hum grande estouro. Musckembrock (1) traz hum catalogo destes corpos. Tal he o ouro fulminante : o ouro pimenta com salitre e sal tartaro : tambem o antimonio diaforetico com sabão negro : o pó fulminante : o ferro dissolvido em agua regia , e misturado com sal tartaro ; e o chumbo dissolvido no espirito de nitro. Toda a vez que houver huma mui subita e prompta dilatação de alguma materia , o ar subitamente ha de ser commovido , e com impeto ; e ahi temos o estrondo do Trovão. Nem o estouro da polvora atacada he tão grande , senão porque se faz repentina a dilatação da materia , a qual , senão estivesse apertada , seria mais successiva. Tambem concorre para o estrondo do Trovão a reflexão do som nos montes , e talvez nas mesmas nuvens : por isso as trovoadas nos valles são horrorosas , porque qualquer Trovão reflecte nos mon-

(1) Elem. Phys. §. 1341.

montes de huma e outra parte , e faz hum estrondo mui comprido e continuado.

Eug. Mas se o estrondo do Trovão procede dessa materia acceza , porque tarda tanto o Trovão depois do relampago?

Theod. Já vos disse fallando do som (1) que isso procedia de que a luz espalha-se n'um momento , e o som mais de vagar ; e que por esta razão , quando disparão huma peça na torre do Bugio , muito depois de vermos fuzilar , he que ouvimos o tiro.

Eug. Tendes razão ; e agora advirto que por essa demora se pôde saber quanto dista de nós a nuvem da trovoada ; porque me dissestes que em cada minuto segundo corria o som 324 varas.

Silv. Louvo a memoria , e vos dou licença para estar com essas observações no tempo de trovoadas : eu não me offereço para ellas , porque me pôde hum raio atalhar a observação.

Theod. Eu tambem a não farei : posto que confesso que quando chega o Trovão já não ha perigo de raio , porque este he mais prompto em caminhar do que o estrondo.

Eug. E de que se fórma a pedra do raio , ou como pôde lá gerar-se nas nuvens?

Theod. Que pedra de raio ! tambem credes em velhas?

Silv. Sempre ouvi dizer , e o traz Avicena , que os raios trazião pedra ; e me tem mostrado algumas , que eu vi com meus olhos.

Theod.

Theod. E vistes vós com vossos olhos certidão authentica appensa a essas pedras , por onde constasse que tinhão cahido das nuvens em fórma de raio ?

Sily. Não ; mas dizião todos que se achavão nos lugares , em que tinhão cahido raios.

Theod. E tambem dizião , que se enterravão sete braças ; e que cada anno subião para cima hum braça ? Tomára saber quem teve a curiosidade , quando cahia o raio , de ir notar o lugar certo em que elle cahio , sem lhe errar hum palmo : quem lhe poz signal nesse lugar , para não perder a memoria d'elle em sete annos ? quem medio a profundez , aonde penetrava essa fingida pedra ? quem conservou esse terreno que não bullissem nelle , para não virem para ahi pedras de outra parte ? e quem tinha tirado inquirição desse mesmo lugar , para ter certeza que antes de cahir o raio não havia lá essa pedra ? ultimamente quem no fim dos sete annos a esperou tanto que acabasse de sahir da terra , para que não succedesse casualmente mover-se para outro lugar , onde não tivesse cahido raio ? Qualquer destas circumstancias que falte , já não podião passar em boa consciencia a certidão , que essa pedra era pedra de raio. Accresce , que para se crer esta fabula , era preciso que se observasse isto não hum só vez , mas muitas para fazer regra geral. Amigo Silvio , não deis credito a contos de velhas.

Sily. Pois então que vem a ser o raio ?

Theod.

Theod. O raio não he outra coufa , senão hum chamma summamente activa , que se accende pela inflammacão dos vapores de enxofre , salitre , e outras materias semelhantes , e discorre pelo ar com velocidade incrível. O caminho , que segue o raio , nem sempre he direito , quebra no meio da carreira , troce , volta atrás , torna a proseguir , e faz mil giros n'um momento : e d'aqui mesmo se infere com evidencia que não he pedra abrazada , pois vindo despedida com tanto impeto , era impossivel que sem dar em obstaculo , que a fizesse retroceder , voltasse o caminho , e no ar livre tomasse mil direcções differentes.

Eug. Pois quem dá a determinação ao raio , para seguir mais esta linha , do que outra ?

Theod. A exhalacão betuminosa , que se levanta da terra , em cuja materia prende a chamma do raio , ás vezes deixa hum como rastilho , que vai pelo ar fazendo varios giros ; e assim como n'um rastilho de polvora , a chamma segue a mesma direcção do rastilho , deste mesmo modo faz a chamma do raio. Já vós tereis visto que , fumegando o pavio de hum vela , se chegarmos hum chamma ao fumo que vai subindo , desce n'um momento a chamma ateando-se pelo fumo abaixo , e vem prender no pavio que fumegava , e torna a acender-se a vela : pois não de outro modo o fogo , que se ateou nas nuvens , pela fermentação que houve nas exhalacões da ter-

ra ,

ra, se acha algum rastilho desta exalação, péga por elle adiante, e vai dando tantas voltas, quantas o rastilho dava. Eis-aqui porque huns raios sobem para cima, outros vem para baixo; huns correm horizontalmente, outros vão em voltas. O Marquez Scipião Maffei quer que todos os raios se formem perto da superficie da Terra, e que não caião das nuvens. Mas ha de nos dar licença para o deixarmos só, que não faltão testemunhas de vista do contrario; pois em trovoadas grandes, se de lugar eminente olharros para os Horizontes, vemos a cada passo cahir os raios do modo que tenho dito. Não duvido que ás vezes se atee a materia cá em baixo, e pegue para cima, ou para onde tiver direcção; porém de ordinario he o raio filho do relampago, que claramente vemos se atea nas nuvens, testificando tambem os ouvidos pela demora do Trovão, a distancia da inflammation da materia. Supposto isto, bem se vê que com o vento se affugentão os raios; porque o vento he bastante para mover o rastilho da exalação betuminosa, em que a chamma se atea, e não convem fugir dos raios, especialmente tendo vestidos grandes; pois o movimento faz que o ar venha a occupar o lugar que deixamos, e isto basta a trazer consigo o raio, assim como basta para levar os foguetes accezos atrás dos que delles fogem, que por isso lhe chamão *buscapés*.

Eug.

Eug. Eu já tinha ouvido dizer que era melhor abanalllos , do que fugir-lhes. E que me dizeis aos effeitos admiraveis dos raios?

Theod. Contão-se tantos , e tão pasmosos , que podemos duvidar de muitos : eu acho em alguns Authores effeitos encontrados. Quando tratar da Electricidade , darei outra explicação melhor destes effeitos (1).

§. VI.

Do Arco Iris , e da Aurora Boreal.

Eug. **E** Que materia he?

Theod. **O** Arco Iris: com effeito sabe-se delle tudo o que se pôde desejar , que não succede isto em muitas cousas. No Arco Iris sete cores se podem distinguir , que são as sete cores principaes e singelas , de que fallámos , quando tratámos das cores (2); e são pela sua ordem vermelho , côr de ouro , amarello , verde , azul , gredeleim , e roxo ; porém as mais perceptíveis naquella distancia são vermelho , amarello , verde , e azul , confundindo-se a côr de ouro com o amarello , e o gredeleim com o azul , o roxo he mui debil. Quando se vem dous arcos celestes , as cores do arco inferior são

(1) Tom. III. de Cartas.

(2) Tom. II. Tarde VI. §. III.

são mais vivas ; e por isso se chama *Iris primario* ; o arco superior he *Iris secundario* , ou mais fraco. Tambem observareis que no arco inferior as côres de tal modo estão dispostas , que o vermelho fica em cima , o azul em baixo , e no arco superior ás aveſſas : logo darei a razão diſto. Vamos agora a huma experiencia. Mas deixai-me com o lapis deſcrever huma figura (*Eſt. 5. fig. 7.*). Tomemos dous globos de vidro como eſtes A , B , eſtando cheios de agua , de tal modo os poço pendurar ao Sol , que nelles vejamos as cores do arco Iris. Se pendurar eſte globo B de tal forte , que o raio , que do Sol vai até o globo , e o raio viſual que dos meus olhos vai ao meſmo globo (não attendendo ás refracções) fação hum angulo de 40 grãos e 17 minutos até 42 grãos e 2 minutos , vereis as cores do Iris primario ; e ſe puzermos mais alto o globo A , de forte que fação o raio do Sol , e o viſual hum angulo de 50 grãos e 58 minutos até 54 e 7 minutos , ſe tornão a ver as meſmas cores já mais remiſſas. Aqui na eſtampa he facil de dar a razão deſte effeito. Vamos ao globo inferior B. O raio do Sol *g r* entrando no globo cheio de agua , quebra para dentro ; e batendo na ſuperficie interior , reflecte ; e quando vai a ſahir para fóra , torna a quebrar , e vem ter aos olhos *m*. Eſta ſegunda refração não deſmancha o que fez a primeira , porque he para a meſ-

ma parte ; e por esta razão o raio do Sol se deve repartir em 7 raios corados , como já vos disse (1) , e se devem espalhar entre si ; ficando mais para cima o raio roxo ou azul *n u* , porque quebra mais ; e em baixo o raio vermelho *c t* , que quebra menos. Mas como os raios se espalhão , não podem todos entrar a hum tempo nos olhos *m* , e assim he preciso mover a cabeça debaixo para cima , por pequeno espaço , para receber nos olhos successivamente as cores , em que se divide o raio do Sol. Eis-aqui porque não determinei ao justo o angulo , que devia fazer o raio do Sol com o raio visual ; porque os raios de cores diversas fazem diversos angulos , mas todos se comprehendem nos limites que disse.

Silv. O mesmo supponho eu que succede no globo superior A.

Theod. Succede o mesmo , mas com sua diversidade ; porque como vedes , o raio *r* e entra por baixo , e quebra ; d'ahi reflecte duas vezes dentro do globo , e sahe pela parte de cima , tambem quebrando na sahida , e como quebra duas vezes , tambem se reparte em raios de cõr , que vem ter aos olhos *m* ; e já d'aqui consta que este angulo *f* , que faz o raio do Sol com o raio visual , he muito maior que cá em baixo o angulo *o*. Tambem se vê a causa de serem estas cores mais fracas , porque os raios tiverão duas reflexões ; e no globo

B

(1) Tom. II. Tarde VI. §. III.

B só tiverão huma. Pela mesma razão de diversa refrangibilidade dos raios , o roxo ha de vir mais para baixo , e o vermelho menos. Aqui tendes já a razão de apparecerem as cores com a ordem invertida n'um, e n'outro globo ; pois no globo B , como os raios quebrão para cima , o raio roxo *n u* vai ter mais affima do que o vermelho *c t* : pelo contrario no globo A , como os raios quebrão para baixo , vem ter o roxo *e u* mais abaixo que o vermelho *f i*. Isto que temos dito dos globos de vidro cheios de agua , se applica ás pingas de agua que vem cahindo pelo ar ; pois cada huma dellas he hum globosinho de agua ; e os raios do Sol entrão , quebrão , e reflectem do mesmo modo que nos globos de vidro ; e aqui vos apparece de repente a razão de todas as circumstancias do Iris. Vede estoutra estampa (*Estamp. 5. fig. 8.*) em que se pintão as pingas de agua muito mais grossas , que as outras , para se poder delinear o caminho dos raios dentro de cada huma dellas. Ja agora sabeis porque ha dous arcos Iris ; porque tambem só em duas alturas certas mostrão os globos de vidro as cores : vedes tambem porque as cores do arco superior hão de ser mais fracas ; e ultimamente porque as cores hão de apparecer com a ordem trocada n'um, e n'outro Iris.

Sily. Tenho contra isso , que quando chove , por todo aquelle espaço se devião ver as cores em humas cintas direitas , córando-

Est. 5.
fig. 8.

se os raios em todas as pingas que ficavão na mesma altura; e nós vemos que as cores sempre apparecem em arco.

Theod. Assim deve ser; e reparareis que o centro do tal arco, se o considerardes fechado em perfeito circulo, tanto deve andar mais baixo, quanto o Sol está mais alto; porque devem ficar na mesma linha o centro do Iris, o centro do Sol, e no meio a pupila dos olhos de quem observa o Iris. De sorte, que, se o Sol estiver quasi pondo-se no Horizonte, o arco apparecerá mui levantado, e veremos meio circulo perfeito, ficando tambem no Horizonte o centro de todo o Iris, se o considerarmos completo; e advirto que não pôde apparecer então o Iris, senão para o Nascente. Eis-aqui porque nunca se vê Iris, senão para a parte opposta ao Sol; de manhã ha de apparecer para o Poente, de tarde para o Nascente, ao meio dia para o Norte, porque então nos fica sempre o Sol para o Sul; e nessas horas ha de ser o arco mui baixinho; porque tanto deve ficar o seu centro abaixo do Horizonte, quanto o centro do Sol fica acima delle.

Eug. E qual he a razão de ser preciso que fique o centro do Sol, o centro do arco, e os olhos na mesma linha?

Theod. He preciso para que os raios do Sol fação com os raios visuaes o mesmo angulo. Como o Sol he redondo, redondo deve ser o Iris; porque só podemos per-

ceber as cores naquellas pingas , onde os raios da vista , e os do Sol fizerem o determinado angulo que dilfe. Deixai-me formar hum defenho (*Estamp. 5. fig. 6.*). Est. 5.
fig. 6. Ef. 5.
te circulo em fima A B C , supponhamos que he o Sol , e que as linhas de pontinhos são os seus raios. Supponhamos que *a* he o fitio , em que estão os olhos , e que os raios que de *a* vão ter a *m n o p q f r* são os raios visuaes. Ficando os olhos *a* bem a prumo sobre o centro do circulo inferior *m o q* , necessariamente os raios visuaes hão de fazer em toda a circumferencia o mesmo angulo com os raios do Sol (1) ; e por boa consequencia se infere , que em nenhuma outra parte fóra deste circulo *m o q* podem os raios do Sol fazer com os visuaes este determinado angulo ; porque se se ajuntarem do circulo pa-

(1) Demonstra-se : porque sendo a pyramide conica *a m n p q* huma conica recta , de qualquer modo que se corte centralmente , ficarão triangulos issolceles semelhantes : logo os lados farão com as bases angulos iguaes : logo os complementos externos desses angulos , para igualarem os angulos rectos , serão iguaes : e como os raios do Sol cahindo a prumo sobre a base da pyramide fazem angulos rectos , segue-se que em redondo são iguaes os angulos da superficie da pyramide com a superficie do cylindro ; ou , que he o mesmo , são iguaes os angulos dos raios visuaes com os do Sol.

para dentro , será o angulo mais agudo ; e se for do circulo para fóra , será mais obtuso. Ora ponde , Silvio , huma regoa direita no chão , e vereis que só dous pontos della tocarão neste circulo , o restante ficará dentro ou fóra : logo só em dous pontos dessa regoa podereis conseguir que os raios visuaes fação com os do Sol o desejado angulo. Voltai agora a figura , de sorte que os raios do Sol vão horizontaes , e fazei que chova por todo o sitio que occupa o circulo *m o q* : conservai os olhos no seu lugar *a* , por linha recta entre o centro do Sol , e do circulo opposto ; e conhecereis claramente como só na circumferencia do dito circulo se acha o angulo desejado entre os raios do Sol , e os visuaes. Nas pingas , que cahem por dentro do circulo , he o angulo menor ; nas que ficão fóra do circulo he maior do que devia ser. E agora conhecereis o motivo , por que , estando o Sol mais alto , abaixa o Iris , e sempre apparece para a parte opposta.

Eug. Agora advirto eu na razão de huma experiencia , que ha annos me fizestes , quando , pondo-nos com as costas para o Sol , borristastes com agua ; e vimos nos borritos , que vinhão cahindo pelo ar , as cores do Iris.

Theod. He a mesma : e aqui tendes a razão de alguns circulos luminosos que apparecem ás vezes á roda da Lua , ou tambem do

do Sol , quando o ar está cheio de vapores : ás vezes os taes circulos tem suas cores do Iris , posto que nos da Lua são as cores mui fracas. Como os raios atravessando as gottas de agua , ou vapor , podem quebrar de modo que se corem , hão de fazer ahi o mesmo que no Iris.

Silv. Já tenho visto muitas vezes esses circulos á roda da Lua ; e como a sua luz he mais traca , necessariamente hão de ser as cores mais remissas.

Theod. Por ultimo rematarei a conferencia com explicar a *Aurora Boreal* , que julgo ser preciso , não só para complemento da vossa Instrucção , mas para socegar sustos em tempos calamitosos. Pois os terremotos , que temos padecido , fazem ter por funestos todos os meteoros , ainda os mais innocentes. *Aurora Boreal* (1) he humaluz , que apparece sempre para a parte do Norte , e algumas vezes he humanuven branca , que algum tanto luz ; outras vezes são avermelhadas , outras vezes são negras , mas da borda superior de quando em quando lanção nuns raios luminosos , aos quaes vão succedendo outros de fumo , e se lhes seguem outros luminosos : ás vezes sahem humas columnas lucidas ; porém não costumão ter movimento tão rapido como os raios luminosos que disse. Quando succede encontrarem-se no Ceo duas destas columnas , no encruzamento fórmão humanuven

(1) Musckembrock Elem. Phys. §. 1315.

vem espessa , que , passado pouco tempo , começa a brilhar. Esta luz , tanto das columnas , como dos raios , ás vezes he branca , outras vermelha , outras azul ; o que causa grande terror nos ignorantes , e grande divertimento nos que sabem de que isto procede. De ordinario estas nuvens , depois de terem ardido , se fazem brancas , por terem consumido a materia betuminosa , que as fazia escuras. A's vezes no Horizonte debaixo destas nuvens , que brilhão , forão vistos huns globos de fogo , como observou huma vez Zanotti , e outros. Para o Norte são muito mais frequentes as Auroras Boreaes , do que em Portugal. Maupertuis quando foi a Laponia para medir os grãos do Meridiano , testifica que as noites erão summamente alegres pelas frequentes auroras boreaes. Parecião fôgos de artificio.

Silv. Eu não me havia de recrear muito com essa vista , porque sempre me parece que isso não he bom.

Theo. São humas fermentações mais manias , que as dos relampagos , que se fórmão nas nuvens. Assim como nós pela arte fazemos humas misturas , que ardem promptamente como os foguetes ; e outras que ardem mais pacificamente , como v. g. os fósforos que estão luzindo e ardendo mui mansamente , assim succede nas nuvens ; por isso nem na côr , nem na direcção , nem nas mudanças ha regra certa , mais que aquellas que póde admitir a fermentação.

Eug.

Eug. A diversidade das cores creio eu que procedem dos diversos materiaes , que se achão nellas exhalações ; assim como as diversas cores nos fôgos de artificio procedem dos diversos materiaes , que lhes misturão.

Theod. Dizeis bem.

Eug. E de que procedem humas como estrellas , que eu vejo cahir ás vezes pelo Ceo , e perderem-se de vista de repente?

Theod. Muita gente do vulgo cuida que erão algumas das Estrellas quietas , que estavão luzindo , e que depois cahirão e se apagarão. Porém na realidade não são mais que porções de materia betuminosa , que fermentou , e ardeo , e pegou pelo rastilho adiante , e foi ardendo ; acabou de arder , acabou de luzir , e desapareceo a chamma da Estrella. N'uma palavra , todas estas luzes , que apparecem no ar , são fermentações de materia , que se levanta com os vapores da terra , e arde ; e conforme os movimentos e figuras que tem , merecêrão aos Filósofos nomes diversos. Aqui pouco ha que dizer. E parece-me que suspendamos por algum tempo as nossas conferencias Filosoficas.

Eug. Sou contente ; e vos agradeço o trabalho que a meu respeito tomastes , dando-me com as vossas instrucções luz para reflectir nas admiraveis obras da natureza ; e a minha curiosidade me fará inquirir no que não foubey.

Theod. Este he o principal fruto dos estudos ;

co-

conhecer a nossa ignorancia , e procurar remediálla ; porque nunca se cura o mal , quando se ignora. Não he tanta a utilidade , que tenho tirado desta applicação , no que fei , como no que conheço que não fei , que he muito mais sem comparação. Por este motivo não vos tratei da Magnete , nem na Máquina Electrica , hoje tão célebre entre os Filósofos : eu tenho hum e outra , e varios amigos se tem recreado comvósco em minha casa , vendo os seus admiraveis effeitos ; mas eu não tenho genio de enganar. Disto (quanto a mim) pouco se sabe ; conhecem-se certas leis ou regras que observão os seus effeitos ; mas a querermos dar a razão delles , topa logo o juizo com difficuldades insuperaveis. Eu considero estas máquinas como hum tormento dos entendimentos , quando outros as olhão como divertimento dos sentidos. Mas a empreza que tomei , foi o instruir-vos suavemente , e não foi meramente o divertir-vos : para isso não faltarião amigos ; e talvez que não tivesséis occasião tão commodá para vos instruir sem maiores estudos , do que aqui tivestes em minha casa. Humá utilidade fei que tendes já conseguido ; e he a que eu tenho tirado , o conhecer muito mais a Grandeza de Deos , reparando mais miudamente no seu retrato que cá nos deixou , que são as creaturas ; e por outra parte o fazer mais vivo conceito da nossa miseria , fraqueza , e ignorancia.

Es-

Estes dous paizes o da Grandeza de Deos em Poder , Sabedoria , Providencia ; e em contraposição o da nossa vileza , ignorancia , e fraqueza , são incompreensíveis , e já mais se lhe conhecerão limites. Rogo-vos a hum e outro que forcejeis sempre a reflectir sobre tudo o que se vos offerecer neste caminho da vida , que Deos alargue por muitos annos ; porque quem com olhos de Filosofo olha para tudo , sempre estuda , sempre aprende , sempre recrea o seu entendimento , e sempre vai formando melhor conceito de Deos , que he o fim , para que nos foi dado o entendimento. Baste : e vamos a fallar em outras materias , que são precisas , antes que d'aqui vos aparteis ; mas em tendo tempo opportuno , eu vos porei em algumas Cartas o que pertence á Magnetete , e Electricidade , e materias novas , que ha pouco se tratárão , e eu vo-las remetterei pelo correio , quando houver tempo.

FIM DO TOMO VI.

INDEX

DAS COUSAS MAIS NOTAVEIS,
que se contém neste Tom. VI.

A

<i>A Gaas</i> , que estão sobre o Ceo, o que são	Pag. 20.
As do Mar tem causado grandes mudanças na superficie da Terra	406.
A velocidade das de qualquer rio como se pôde conhecer	424.
Modo de calcular a que chove em cada Paiz	422.
<i>Altura</i> do Pólo o que he, e como se conhece	334.
<i>Annel</i> de Saturno	162.
Casos em que he invisível	164.
De que se compõe	164.
<i>Anno</i> grande ou Platonico	210.
Como o explica Copernico	367.
O do Sol	87.
<i>Anticipação</i> dos <i>Equinoccios</i> de donde nasce	372.
<i>Antipodas</i>	331.
<i>Annular</i> Eclipse do Sol	97.
<i>Aphelio</i> o que seja	132.
<i>Ar</i> , porque he mais puro de inverno	451.
<i>Af-</i>	

Das cousas notaveis. 477

<i>Arco Iris</i> , sabe-se delle o que se pôde saber : as suas cores : quando são dous , as do inferior são mais vivas , e ás avessas. Modo de o fingir em bolas de vidro	464.
A razão disto , e das cores	465. 467.
Porque he redondo	468.
Nunca se vê senão da parte opposta ao Sol	468.
Porque anda mais baixo , ou mais alto	468.
Finge-se com huma bochecha de agua	470.
<i>'Area</i> o que seja	306.
<i>Astros</i> são de duas castas , ou Planetas , ou Estrellas	15.
Como se movem em elises pela gravidade	296.
Retrogrados e estacionarios	265.
A ordem dos seus movimentos no systema de Ptolomeo	213.
No Ticonico	218.
No Copernicano	222.
A causa dos seus movimentos não he a sua alma	273.
Nem os vortices de Des-Cartes	22. 274.
Nem tambem os Anjos	274.
Qual seja no systema Newtoniano	276.
Em tempos iguaes andão areas iguaes	306.
Descrevem areas proporcionaes aos tempos	307.
Quanto mais se avizinhão ao Sol , mais depressa andão ; e quanto mais se affastão , mais de vagar se movem	308.
	<i>At-</i>

<i>Attracção</i> da Terra contrapõe-se á força cen-	
trífuga dos corpos que nella girão	227.
Sempre se dá , quando hum corpo se volve	
á roda d'outro	278.
No circulo he igual á força centrífu-	
ga	279.
Faz girar os Planetas á roda do Sol	279.
He mutua entre todos os corpos	281.
Cresce na razão da massa do corpo attra-	
hente	284.
Diminue na razão inversa dos quadrados	
das distancias	285.
A da Terra a respeito da Lua	291.
<i>Aurora Boreal</i> o que seja : sua diversidade ;	
globos de fogo que nellas se vem : onde	
são mais frequentes	471. 472.
As suas cores de que procedem	473.

B

B <i>Ala d'artilheria</i> cursará do mesmo modo ;	
ou a Terra se mova , ou esteja quie-	
ta	250.
<i>Bento de Moura Portugal</i> , seu pensamento	
sobre a figura da Terra	345.
Seu systema das marés	382.

C

C <i>Abeças d'aguas</i> em que tempo são	390.
<i>Cancro</i> o seu Tropico	212.
<i>Capricornio</i> o seu Tropico	212.
<i>Caudas dos Cometas</i>	184.
A's vezes são invisiveis	188.
Dirigem-se para a parte contraria do Sol, e porque	188.
Cores com que apparecem	191.
<i>Causa</i> dos Terremotos qual seja	430.
Quantas possão ser as dos ventos	453.
<i>Centrifuga</i> força dos corpos , que girão com a Terra , porque não os impelle pelos ares	227.
He causa da figura da Terra	254.
A dos Planetas a respeito do Sol	279.
A das partes de Jupiter he causa da sua fi- gura	256.
Nos circulos he igual á força da attrac- ção	279.
<i>Centripeta</i> força ou attracção , veja-se <i>Attrac- ção e Gravidade.</i>	
<i>Centro commun</i> o que seja	319.
Modo de saber quanto dista da Terra ou da Lua	321.
<i>Ceos</i> sua belleza pela parte de fóra	2.
Não são abobada firmada sobre a Ter- ra	5.
<i>Cheio</i> de Des-Cartes he impossivel	28.
<i>Chevalier</i> (João) Padre do Oratorio , suas ob- ser-	

servações ácerca do Cometa de 1759.	179.
E do Cometa de 1760.	174.
<i>Chuva</i> que cousa seja	451.
Como se fórma a chuva de pedra , e a de neve	452.
Modo de calcular a que chove em cada Paiz	422.
<i>Cintas</i> de Jupiter	158.
<i>Circulos</i> córados á roda da Lua	470.
<i>Clairaut</i> sua Profecia Astronomica sobre o Co- meta de 1759.	177.
<i>Coluros</i>	213.
Cometa do anno de 1680.	181. 186.
O do anno de 1759.	177.
Seu periodo	176.
Sua orbita e inclinação della	180.
O do anno de 1760.	174.
<i>Cometas</i> são Planetas como os outros 56.	172.
Não podem ser vapores	170.
Tem movimento regular	171.
Suas orbitas são elíes mui compridas	173.
O como se movem nellas	300.
O seu Zodiaco	181.
São opacos	182.
Sua figura	183.
Suas caudas	184.
Não são presagios de calamidades	182.
<i>Conchas</i> as que se achão nos montes que de- notão , e de que procedem	399.
<i>Conjunção</i> dos Planetas com o Sol , o que he , e a sua diversidade	138.
<i>Constellações</i> o que são , e quantas	166.
<i>Con-</i>	

Das cousas notaveis. 481

<i>Convexidade da superficie do mar</i>	332.
<i>Copernico seu systema</i>	222.
<i>Cor do Ceo</i>	5.
<i>Corpos terrestres estão exhalando continuamente particulas da propria substancia</i>	458.
<i>Crepusculo o que seja.</i>	350.

D

D <i>Enfidade dos Planetas como se conhece</i>	321.
<i>A do Sol</i>	79.
<i>A da Lua</i>	100.
<i>A de Jupiter</i>	105.
<i>A de Saturno</i>	166.
<i>A dos mais não se sabe; e porque</i>	34.
<i>Dia e Noite no systema de Copernico</i>	226.
<i>Dia artificial o que seja</i>	350.
<i>Porque são no Equador sempre iguaes entre si, e as noites</i>	350.
<i>Porque são desiguaes fóra da Linha</i>	353.
<i>Dia natural o que seja</i>	347.
<i>Porque constando de 24 horas, não são iguaes entre si</i>	349.
<i>O dia das Estrellas he menor que o do Sol</i>	348.
<i>Dia de seis mezes nos Pólos</i>	354.
<i>Diametro do Sol</i>	77.
<i>De Mercurio</i>	130.
<i>De Venus, veja-se a Taboa 3.</i>	324.
<i>Da Terra</i>	254. 340. 346.
<i>Tom. VI,</i>	Hh De

De Marte	150.
De Jupiter	154.
De Saturno	165.
<i>Digitos do Sol, e da Lua</i>	99.
<i>Distancias de Mercurio ao Sol</i>	131.
De Venus ao Sol	139.
Da Terra ao Sol	146.
De Marte ao Sol	150.
De Jupiter ao Sol	155.
De Saturno ao Sol	167.
Dos Cometas	173.
Das Estrellas fixas	203.
<i>Distancias de Mercurio á Terra</i>	135.
De Venus	140.
Do Sol	89. 146.
De Marte	152.
De Jupiter	156.
De Saturno	167.

E

E <i>Eclipse do Sol</i>	90.
Só o pôde haver na Lua nova	91.
Nem em todas as Luas novas o ha	92.
Não o ha em todas as partes a hum tempo	92.
Eclipse total ou parcial, só milagrosamente pôde ser geral	93.
Não podem os Eclipses ser iguaes para toda a parte	93.
Quando he total ou parcial	95.
Quando he annullar	97.
Co-	

Das cousas notaveis. 483

Como se conhece e calcula a sua quantidade de	125.
<i>Eclipse</i> da Lua	116.
Só acontece nas Luas cheias , mas não em todas	116.
Quando seja total ou parcial	123.
Modo de calcular a sua quantidade	127.
<i>Eclipse</i> dos Satelites de Jupiter	54. 159.
<i>Eclitica</i>	212.
<i>Electricidade</i> , ignora-se a sua causa	474.
<i>Elises</i> , como se descrevem	57.
Os Cometas se movem por elises	58.
Os Planetas tambem se movem por elises	296.
Como a gravidade faz girar os Planetas em Elises	297.
<i>Eolipila</i> que effeitos produz , e para que serve	456.
<i>Equador</i> ou Linha	212. 216.
Lá são os dias , e as noites iguaes entre si	350.
Ha dous verões , e dous invernos cada anno	351.
A Terra he ahi mais alta e quanto	254.
340.	
<i>Equinoccios</i>	215.
Sua antecipação	372.
<i>Esfera</i> armilar	211.
Celeste , os seus circulos	211.
Esfera recta	352.
Esfera obliqua	352.
<i>Esferoide</i> o que seja	253.
He a figura de Jupiter	154.

E tambem he a figura da Terra	253. 340.
<i>Estacionarios Astros</i> , quando os ha , e porque	265.
<i>Estações</i> do anno	356.
<i>Estrada de Sant-Iago</i> , ou via lactea	59.
198. 205.	
<i>Estrellas fixas</i> o que são	59.
O seu numero	194.
Movimento diurno	209.
Periodo proprio	210.
He verdadeiro no systema Ticonico , e apparente no Copernicano	368.
Rotação sobre os seus eixos	200.
Porque apparecem de novo ás vezes , e desaparecem	200.
Sua distancia	205.
Sua grandeza	208.
Porque se não augmenta com os maiores	
Telescopios	207.
Sua luz	202.
Scintillação	202.
Constellações que fórmão	196.
As que o vulgo cuida que cahem , o que são	473.
<i>Estrondo</i> do Trovão porque se faz , e as suas causas	456.
Porque tarda depois do relampago	460.
<i>Excentricidade</i> das orbitas dos Planetas , o que he	132.
A de Mercurio	133.
A de Venus	141.
A da Terra	147.
A de Marte	151.
A	

Das cousas notaveis. 485

A de Jupiter	156.
A de Saturno	167.

F

F <i>Abri (P.)</i> resposta que deo aos Copernicanos , sendo Penitenciario do Pa- pa	235.
<i>Faixas</i> ou cintas de Jupiter	158.
<i>Figura</i> da Terra	253. 330. 340.
Da Lua	103.
De Mercurio	130.
De Venus	142.
De Marte	148.
De Jupiter	153.
De Saturno	162.
<i>Firmamento</i> não he solido	18.
<i>Fluido elastico</i> he a causa de subirem os va- pores	449.
<i>Fontes</i> não tem a sua origem no mar	453.
A verdadeira origem são as aguas das chu- vas , e neves derretidas	421.
Responde-se aos lugares da Escriitura	428.
As que rebentão de Verão e seccoção de In- verno de que procedem	429.
Porque seccoção humas , e rebentão outras com os Terremotos	441.
<i>Forças centraes</i> são as que movem os corpos em giro	278.
Nos circulos são entre si iguaes	279.
A <i>centrifuga</i> cresce segundo o quadrado da velocidade	298.
Sup-	

- Supposta a velocidade , cresce na razão inversa dos diâmetros 299.
 A *centrípeta* cresce na razão da massa do corpo attrahente 284.
 E diminue na razão inversa dos quadrados das distancias 285.
 Ambas juntas movem os Cometas e Planetas pelas elipses 300.

G

- G** *R*áo do circulo maximo da Terra quantas leguas Portuguezas tem 77.
 Medida exacta dos grãos proximos ao Polo e ao Equador 341.
Gravidade a das aguas he menor no Equador, e porque 255.
 He mutua e geral entre todos os corpos Celestes e Terrestres 281.
 A gravidade de cada particula cresce na razão da massa do corpo attrahente 284.
 E na razão inversa do quadrado da sua distancia 285.
 A gravidade da Lua sobre a Terra 291.

H

- H** *A*bitadores dos Planetas 109.
*H*oras não são todas iguaes 349.
 Modo de saber que horas são em qualquer par-

Das cousas notaveis. 487

parte do mundo , sabendo que horas são no lugar onde estamos	358.
Paradoxo ácerca das horas	357.
<i>Horizonte</i> o que he	214.
São diversos em diversos lugares	353.

I

I <i>Dade</i> a de dous homens , que nascessem juntos , e morressem juntos , pôde ser desigual	359.
<i>Inclinação das orbitas</i> , explica-se	123. 133.
A da Lua	124.
A de Mercurio	134.
A de Marte	153.
A de Jupiter	157.
A de Saturno	168.
<i>Inverno</i> , na Linha ha dous cada anno	351.
Como se explica no systema Copernica- no	364.
<i>Iris</i> arco as suas cores , e o modo de as re- presentar nos vidros	464.
<i>Primario</i> , e <i>secundario</i>	465.
<i>Jupiter</i> a sua luz	153.
Grandeza	154.
Figura	154.
Pezo	154.
Densidade	155.
Distancia do Sol	156.
Excentricidade	156.
Distancia da Terra	156.
Movimento periodico ou annuo	157.
	No-

Movimento de rotação	157.
Inclinação da sua orbita a respeito da Ecliptica	157.

K

K Eplero, leis que descobrio no movimento dos Astros	305. 310.
---	-----------

L

L Atitude das terras como se conhece	336.
A das Estrellas como se sabe	339.
Leis do movimento de hum corpo em giro á roda de outro	278.
Da attracção geral dos corpos	278.
Leis de Keplero, que observáo os Planetas, movendo-se á roda do Sol, e os Satelites á roda dos primarios	305. 310.
Limbo ou borda do Sol	80.
Linha ou Equador	212. 216.
Lá são os dias iguaes ás noites	351.
Ha dous Verões e dous Invernos cada anno	351.
A Terra he mais alta na Linha, e porque	253. 340.
Longitude das Terras como se conhece e mede	336.
A das Estrellas onde se mede	339.
Luz he hum corpo de si escuro, e sem luz	42. 101.
He	

Das cousas notaveis. 489

He menor que a Terra	99.
Tem phases ou quartos Crescentes e Minguantes	42.
Con o se conhece se o quarto he Crescente ou Minguante	45.
Como influe nos corpos humanos	61. 74.
Ou nas sementeiras	67.
Só indirectamente pôde influir nas doenças	67.
Como a sua attracção he causa das marés	378.
Tambem he causa dos ventos	455.
O seu diametro	99.
Superficie	100.
Volume	100.
O seu pezo e densidade	100.
Sua figura	103.
Os seus montes	104.
Os seus mares	107.
Não tem atmosfera	108.
Os seus habitadores	109.
A sua distancia da Terra	114.
Sua excentricidade	114.
Inclinação do seu eixo ao plano da sua orbita	115.
O seu movimento periodico	111.
O seu mez synodico	111.
Movimento de rotação	112.
Movimento de libração	113.
A sua sombra he pyramidal	117.
He a causa dos eclipses do Sol	50.
A sua orbita cruza com a do Sol com angulo de 5 graus	124.
Os	

Os seus Eclipses succedem só na Lua cheia , mas não em todas	116.
Quando he total ou parcial	123.
Calcular a sua quantidade	127.
Porque sendo escura se pôde ver na total obscuração	122.
Nunca entra na sombra da Terra rigorosa- mente fallando	120.
Entra na sombra da atmosfera terrestre	120.
Movimento reciproco da Terra e da Lua á roda de si mesmos , e em giro á roda do Sol	317.
Centro commum do movimento entre a Lua e a Terra	319.
Modo de pezar a Lua	320.
Circulos córados que se vem á roda del- la	470.
<i>Luar</i> não pôde ser nocivo a cousa nenhuma	61.
<i>Luz falsa</i> das Estrellas o que seja , e como augmenta a sua apparente grandeza	206.
A dos Satelites de Jupiter gasta mais hum quarto de hora em chegar a nós na op- posição , que na conjunção	262.
<i>Luzes</i> que se vem no Ceo o que sejam	473.

M

M <i>Anchas</i> do Sol	80.
O que são	82.
Da Lua	103.
De Venus	141.
De Marte	149.
De	

Das cousas notaveis. 491

De Jupiter	158.
De Saturno	166.
<i>Marés</i> sua causa não he a fermentação das aguas	373.
Nem os turbilhões de Des-Cartes	375.
Admitte-se como hypothese a attracção New- toniana	378.
Difficuldade contra este systema	379.
A sua resposta	382.
Circumstancias particulares, que se observão nas marés	387.
Porque se demorão as marés tres quartos de hora de hum para outro dia	393.
<i>Marte</i> a sua luz	148.
Manchas	149.
Nuvens e atmosfera	149.
Grandeza	150.
Distancia do Sol	150.
Excentricidade	150.
Movimento periodico	151.
Movimento de rotação	151.
Distancia da Terra	152.
Inclinação da sua orbita	153.
<i>Massa</i> ou pezo do Sol	79.
Da Lua	100.
De Jupiter	155.
De Saturno	165.
<i>Methodo</i> para conhecer o pezo dos Plane- tas	314.
<i>Mercurio</i>	130.
A sua grandeza	130.
Não se sabe o seu pezo, nem a densidade	131.
Os seus habitadores	145.
	Dis.

Distancia do Sol	131.
Excentricidade	133.
Inclinação da orbita	133.
<i>Minuto</i> o que seja	134.
<i>Meridiano</i> da Esfera o que he	214.
<i>Meridianos</i> da Terra são diversos	336.
Qual he o primeiro meridiano	337.
Medição dos grãos do Meridiano na Linha, e nos Pólos feita pelos Academicos de París	340.
<i>Mez</i>	347.
<i>Synodico</i> da Lua	111.
<i>Periodico</i>	111.
<i>Montes</i> da Lua	104.
De Venus	142.
Qual foi a origem dos que ha na superficie da Terra segundo Mr. Buffon	397.
<i>Movimento</i> diurno dos Astros 86. 220. 224.	
Sempre he para Poente	220.
O proprio e periodico de todos os Astros he para o Nascente	219.
Reirogrado dos Astros o que seja	265.
De vertigem ou rotação	143.
O particular de cada Planeta , veja-se o seu nome.	
A sua causa não são os vortices de Des- Cartes	23.
Nem os Anjos	264.
He a força centripeta e centrifuga Newto- niana	276.
Leis do movimento em giro	278.
Leis do movimento dos Planetas descuber- tas por Keplero	305. 310.
	<i>New.</i>

N

N <i>Ewton</i> o seu systema sobre a causa do	
movimento dos Altros	281.
<i>Neve</i> de que provém	452.
<i>Nevoas</i> de que procedem	449.
<i>Noite</i> e dia o que seja no systema de Coper-	
nico	226.
Que dura 6 mezes nos Pólos	354.
<i>Nós</i> da orbita da Lua	123.
<i>Número</i> quadrado o que seja	286.
Cubico o que seja	286.
<i>Nuvens</i> que cousa sejam	449.
As da trovoada como se póde saber quanto	
distão de nós	460.

O

O <i>Posição</i> dos Planetas o que seja	138.
<i>Orbita</i> dos Planetas, o que seja	124.
A da Lua cruza com a do Sol	124.
As de qualquer Planeta cruzão com a Ecli-	
tica, e se comprehendem dentro do Zo-	
diaco	212.
<i>Origem</i> das fontes qual seja	413.
<i>Outono</i> o que he physicamente	356.
Como se explica no systema Copernica-	
no	366.

P

P <i>Arallelismo</i> do eixo da Terra	365.
<i>Pedra</i> de que se fórma a sua chuva	452.
A pedra do raio he cousa fabulosa	460.
<i>Pendulos</i> dos relogios andão mais de vagar nas	
Terras mais chegadas á Linha	258. 342.
<i>Penumbra</i> do Sol o que he	96.
Nella consistem os Eclipses parciaes do	
Sol	96.
Da Terra nos Eclipses da Lua	122.
<i>Periodos</i> de Mercurio	134.
De Venus	143.
Da Terra	229.
De Marte	151.
De Jupiter	157.
De Saturno	168.
O de Sol	87.
O da Lua	111.
O das Estrellas	209.
<i>Phases</i> da Lua	42.
<i>Pingas de agua</i> porque são mais grossas de ve-	
rão que de inverno	451.
<i>Perihelio</i>	132.
<i>Periodico</i> mez	111.
<i>Planetas</i> o que são	42.
São opacos	42.
Tem suas phases	46.
O seu número	49.
Dividem-se em Primarios , e Secunda-	
rios	49.
	Não

Não scintillão senão junto ao Horizonte	203.
Os seus movimentos no systema de Ptolomeo	216.
No de Tico	218.
No de Copernico	222.
Modo de conhecer o seu pezo e densidade	314. 221.
O seu movimento retrogrado	265.
Quando parecem estacionarios	265.
Todos pezão huns para os outros	281.
Movem-se em Elises	296.
Não são arrebatados pelos vortices de Descartes	22.
Nem governados pelos Anjos	274.
Movem-se pelas forças de attracção e centrifuga	275.
Polignac Cardeal seguiu o systema Copernicano	252.
Pólos da Eclitica quanto distão dos do mundo	339.
Pólos do mundo, movem-se á roda dos Pólos da Eclitica	371.
Do Norte, ou <i>Boreal</i> ; do Sul, ou <i>Austral</i>	212.
Primavera o que he	356.
Como a explicação os Copernicanos	366.

Q

Q Uadrados numeros o qué sejam	291.
De distancia nos Planetas faz diminuir a attracção	286.
Os	

Oz dos Tempos periodicos são como os cu- bos das distancias	310.
<i>Quartos da Lua</i>	44.
Como se conhece qual he o Crescente , e qual o Minguante	45.
Não devem governar as sementeiras	67.

R

<i>R</i> <i>Adis de vento</i> de que se originão	457.
<i>Raio</i> qual he a sua causa	458.
A sua pedra he cousa fingida	460.
O que he	461.
Não se accende junto á terra	463.
Com o vento se affugentão : não convem fugir delles	468.
Póde-se duvidar de muitos dos seus effei- tos	464.
<i>Raiz</i> quadrada o que he	286.
<i>Relampago</i> que cousa seja	458.
<i>Religios</i> porque não podem seguir sempre o Sol	349.
<i>Retrogrados</i> Astros	265.
<i>Rio caudaleso</i> , como se póde calcular a agua que leva	423.

S

<i>S</i> <i>Atelites</i> ou Planetas secundarios	532
Seu número	53.
São opacos	54.
Tem-	

Tem eclipses	55.
Tem phaes , mas insensiveis , excepto na Lua	55.
Os de Jupiter são quatro	159.
Tem eclipses mais frequentes que a Lua	55. 159.
As suas orbitas	160.
Distancia e periodos	161.
O de Venus	56. 144.
Os de Saturno são cinco e suas distancias	56. 168.
<i>Saturno</i> sua figura	162.
Sua grandeza	165.
Seu pezo	165.
Densidade	166.
Manchas	166.
Distancia do Sol e excentricidade	167.
Distancia da Terra	167.
Periodo	168.
Rotação he incognita	168.
Inclinação da orbita	168.
<i>Scintillação</i> das Estrellas	202.
Dos Planetas	203.
<i>Scipião Maffei</i> rejeitado	463.
<i>Segundos</i> o que sejam	134.
<i>Sol</i> a sua natureza	76.
Grandeza	77.
Distancia da Terra	89.
O seu pezo	79.
Figura e manchas	80.
Movimento de rotação	80. 88.
Movimento commum ou diurno	86.
Periodo proprio	86.

Seus eclipses	90.
He causa do vento Lésste que ha na Zona	
Torrída	453.
<i>Solstícios</i>	215.
<i>Synodico</i> mez	111.
<i>Systema</i> de Ptolomeo	217.
De Tico	218.
De Copernico	222.
Sua bella analogia	229.
Comparação com o de Tico	232.
Argumentos da Escriitura contra elle	235.
Lugar notavel do Penitenciario do Papa a este respeito	235.
Resposta aos lugares da Escriitura	237.
Argumentos syficos contra elle ; e suas respostas	241.
Razões a favor dos Copernicanos	252.
O Cardeal Polignac os favorece	252.
<i>Systema</i> Newtoniano sobre a causa do movimento dos Astros	275.

T

T <i>Erra</i> he contada como Planeta	49.
Tem suas phases vista da Lua	102.
He globosa	330.
Tem a figura de esferoide	253. 330. 340.
He mais alta no Equador	254. 340.
Effeitos desta redondeza	331.
Tem os mesmos circulos que o Ceo	334.
Distancia della ao Sol	146.
Gira á roda delle no <i>systema</i> Copernicano	146. 229.
Ro-	

Rotação, ou movimento diurno	147. 225.
Excentricidade	147.
Está mais perto do Sol de inverno : o seu diâmetro medio quanto vale	346.
O seu circulo maximo quantas leguas tem	346.
A sua superfície e volume	346.
O diâmetro dos Pólos he mais curto	340.
A sua sombra he pyramidal	117.
Nunca chega á Lua	120.
Effeitos da sua penumbra	122.
Modo de saber onde fica o centro com- mum	320.
<i>Terra firme</i> como se dividio do Mar	325.
Sua superfície tem padecido grandes mu- danças	401.
<i>Terremotos</i> procedem de fermentação dos mi- neraes, principalmente enxofre	430.
Como podem causar inundações	42.
De que procede o bramido subterraneo, que os acompanha	437.
Se poderá haver algum signal para conhecer que os ha de haver	445.
<i>Ticonico</i> systema	218.
<i>Tropicós</i>	212.
<i>Trovão</i> porque faz tanto estrondo, e as cau- sas que para isso concorrem	459.
Porque tarda depois do relampago	460.
Quando se houve já não ha perigo de raio	460.
<i>Trovoadas</i> são effeitos da fermentação das ex- halações	458.
Porque ha mais de verão que de inver- no	458.
Co-	

Como se pôde saber quanto dista de nós a
nuvem que a causa 460.

V

- V** *Acuo* Newtoniano no espaço dos Ceos 27.
Vápor quente de agua he summamente
 raro 438.
 Sua incrível força elastica 438.
Vapores estão subindo continuamente dos cor-
 pos terrestres 446.
 Razão porque sendo partes d'agua , podem
 fazer-se mais leves que o ar 447.
 Podem ser causa dos ventos 451.
Velocidade , com que cahem os corpos huns
 para os outros , não segue a quantidade
 da matéria do corpo que cahe 284.
 Segue a razão da massa attrahente 284.
 Quando os corpos mutuamente se attrahem ,
 os espaços , que correm , estão na razão
 reciproca das massas 285.
 Sempre he maior a velocidade dos Planetas ,
 e dos Cometas , quando distão menos do
 Sol 308.
Ventos quantos sejão , e quaes seus nomes
 principaes 452.
 Que causas os possão produzir 453.
 Os ventos rijos de que procedem 455.
 Affugentão os raios 463.
Venus tem suas phases 236. 137.
 He opaca , e globosa 137.
 Brilha mais quando he como Lua nova 137.
 139. Dif-

Das cousas notaveis. 501

Distancia que tem do Sol	139.
Excentricidade	141.
Distancia que tem da Terra	139.
Suas manchas	141.
Seus montes	142.
Seu Satellite	56. 144.
Sua grandeza	142.
Periodo	143.
Rotação	143.
Inclinação da sua orbita	143.
Habitadores	145.
<i>Verão</i> ha dous em cada anno no Equador	351.
Como o explicão os Copernicanos	364.
<i>Via lactea</i>	198. 205.
<i>Vortices</i> de Des-Cartes	22.

Z

Z <i>Odiaco</i> o que seja	212.
Z <i>Zona Torrida</i>	217. 335.
O seu calor não he insupportavel	260.
O demais veja-se <i>Equador</i>	
Frigidas	217.
Temperadas	217. 336.

INDEX

DOS LUGARES , EM QUE
se explicão as figuras das Estampas
seguintes.

Estampa primeira.

F igura 1.	Pag. 13.
Figura 2.	43.
Figura 3.	57.
Figura 4.	84.
Figura 5.	95. 98. 102. 119.
Figura 6.	97.

Estampa segunda.

F igura 1.	Pag. 117. 120.
Figura 2.	120.
Figura 3.	124. 134.
Figura 4.	125. 127. 134.
Figura 5.	137.
Figura 6.	149.
Figura 7.	158.
Figura 8.	158.
Figura 9.	162.
Figura 10.	164.
Figura 11.	164.
	Fi-

Index das estampas. 503

Figura 12.	184. 229.
Figura 13.	218.

Estampa terceira.

F igura 1.	Pag. 211. 220.
Figura 2.	213.
Figura 3.	233.
Figura 4.	255.
Figura 5.	266.
Figura 6.	269.
Figura 7.	276.
Figura 8.	292.

Estampa quarta.

F igura 1.	Pag. 299.
Figura 2.	300. 306.
Figura 3.	307.
Figura 4.	318. 383.
Figura 5.	319. 383. 385.
Figura 6.	350.
Figura 7.	352.
Figura 8.	335.

Estampa quinta.

F igura 1.	Pag. 364.
Figura 2.	374. 378.
Figura 3.	368.
	Fi.

Figura	4.	456.
Figura	5.	439.
Figura	6.	469.
Figura	7.	465.
Figura	8.	467.

Fig. 1.



Fig. 6.



Fig. 3.

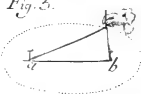


Fig. 4.

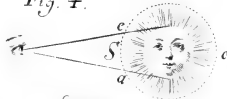
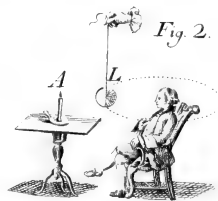


Fig. 2.



1 Erminthus 2 Tablam 3 Arctarchus.

4 Vepernus 5 Agardus 6 Solitardus.

7 Mordus 8 Vercutides.

9 Lancheynus 10 B. emulus.

11 Cerninus 12 C. leon.

13 Cerninus 14 Subalbus.

15 Crates 16 Simulacrus.

17 L. h. 18 L. h. m. d. e. s.

19 L. h. m. d. e. s.

20 L. h. m. d. e. s.

21 L. h. m. d. e. s.

22 L. h. m. d. e. s.

23 L. h. m. d. e. s.

24 L. h. m. d. e. s.

25 L. h. m. d. e. s.

26 L. h. m. d. e. s.

27 L. h. m. d. e. s.

28 L. h. m. d. e. s.

29 L. h. m. d. e. s.

30 L. h. m. d. e. s.

31 L. h. m. d. e. s.

32 L. h. m. d. e. s.

33 L. h. m. d. e. s.

34 L. h. m. d. e. s.

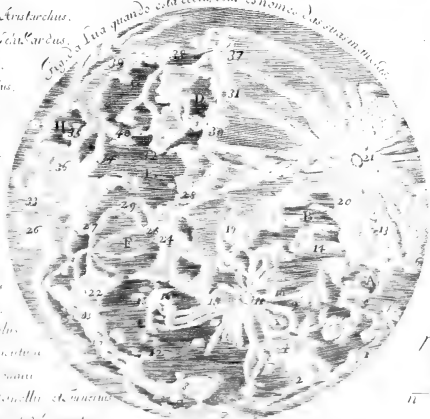
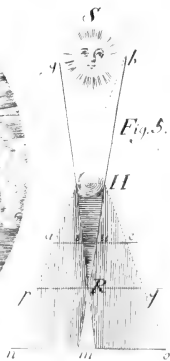
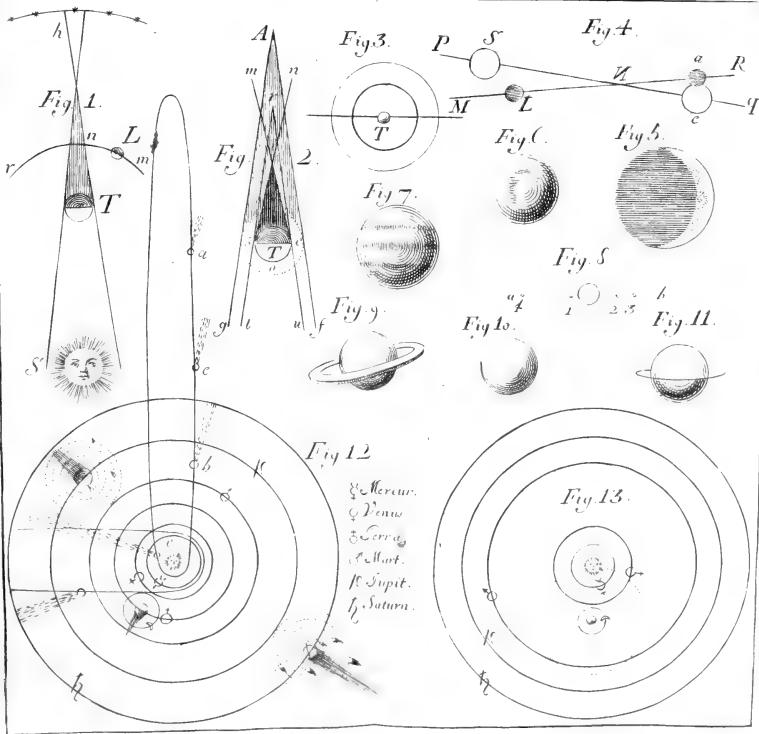


Fig. 5.







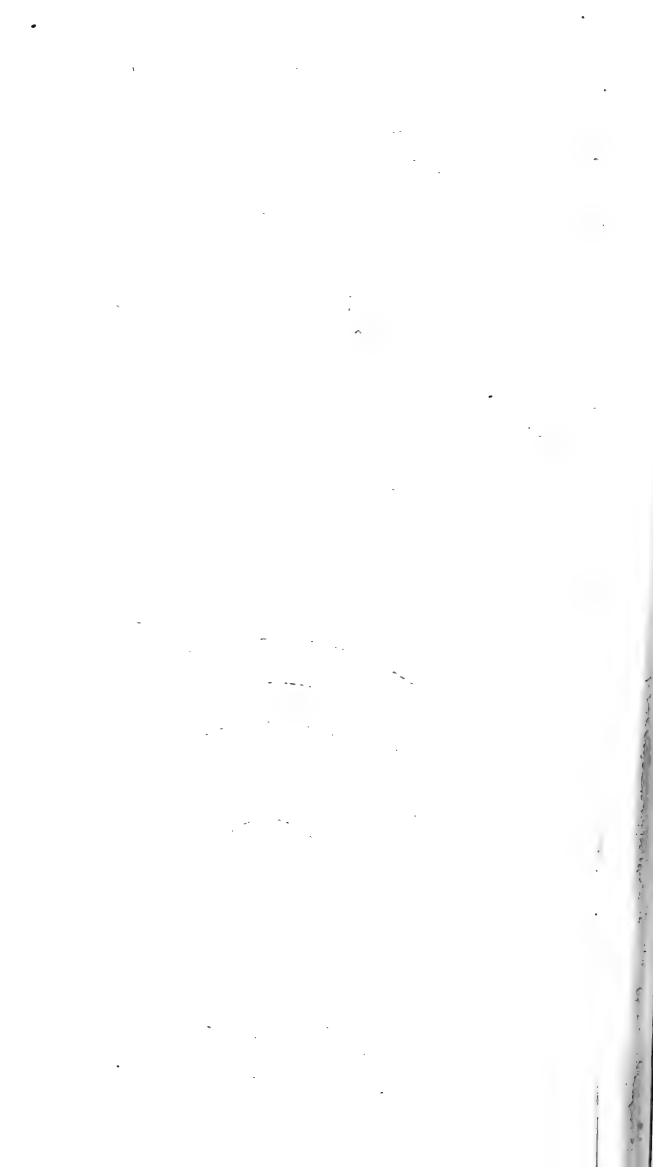


Fig. 1.

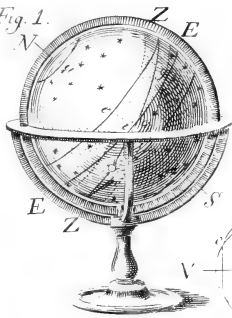


Fig. 2.

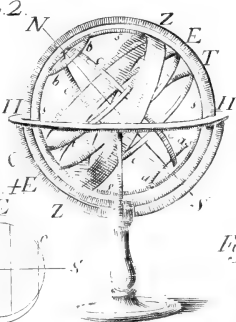


Fig. 3.

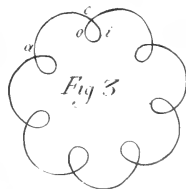


Fig. 7.

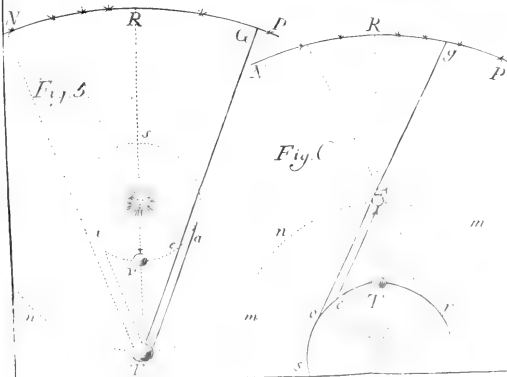
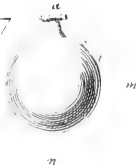


Fig. 6.

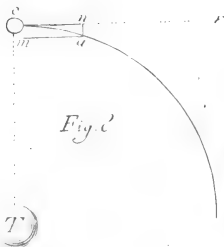
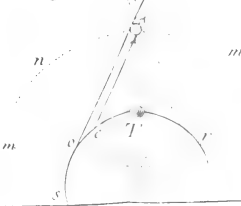


Fig. 7.



